INOVA COPASA

PLANO PLURIANUAL DE PD&I

2023-2025

COPASA

ARSAE-MG
AGÊNCIA REGULADORA

PLANO PLURIANUAL DE PD&I

2023-2024

4
Introdução

6
PD&I e COPASA

11
Seleção das Linhas Temáticas

15
Caracterização das Linhas Temáticas e Projetos de PD&I

79
Aliança Estratégica - Esgoto

Imagem da capa gentilmente disponibilizada pela WRI Brasil

INTRODUÇÃO

O Plano Plurianual de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) é um instrumento estratégico para a gestão dos projetos e investimentos em PD&I, sendo também parte dos compromissos estabelecidos pela Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (Arsae-MG) no Manual Técnico do Programa Regulatório de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.

O principal objetivo da COPASA MG com a realização dos projetos de PD&I é a geração de valor para a sociedade, para os parceiros e para a própria Companhia, através da busca, desenvolvimento e aplicação de soluções para os desafios enfrentados diariamente e visando a melhoria na prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

O presente documento é dividido em três capítulos, além desta breve introdução, descritos a seguir:

- O segundo capítulo apresenta as informações relevantes sobre a COPASA MG e os serviços prestados à população mineira, um panorama do processo de PD&I e os avanços realizados nos últimos anos para o incentivo a inovação dentro e fora da Companhia, utilizando de parcerias e fomentando o ecossistema de inovação no saneamento;
- O terceiro capítulo apresenta o processo de definição das temáticas de interesse da Companhia, apresentando as motivações e expectativas envolvidas;
- O quarto, e último, capítulo apresenta e caracteriza os temas de interesse e os projetos de PD&I que poderão ser desenvolvidos ao longo dos próximos anos, divididos em oito grandes grupos temáticos.

PD&I E COPASA

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG é uma concessionária pública do setor de saneamento, com tarifas reguladas pela Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE-MG), que presta serviços a clientes em 640 municípios (75% dos municípios que compõem o Estado de Minas Gerais), atuando em três segmentos: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário e limpeza urbana, e manejo de resíduos sólidos.[1]

No abastecimento de água potável, a COPASA MG é responsável por captar, tratar e distribuir água tratada até o consumo final do cliente, atendendo a 11,8 milhões de pessoas. No esgotamento sanitário, a COPASA MG opera na coleta, no transporte, tratamento e disposição final do esgoto, possuindo 310 concessões (36,45% do total de municípios mineiros) e atendendo a 8,4 milhões de pessoas.[1]

Considerando as exigências de universalização dos serviços trazidas pelo Novo Marco (99% para água e 90% esgoto coletado e tratado até 2033), a COPASA MG apresenta, já em 2021, índices de cobertura que se destacam em relação à média nacional, a saber: 99,4% referentes ao acesso à água tratada e 71,9% quanto à coleta e tratamento de esgoto dos imóveis em sua área de atuação. Os últimos dados disponíveis apontam para índices nacionais significativamente inferiores aos da companhia, quais sejam, 84,1% para a cobertura de água e 43,9% para esgoto coletado e tratado.[1]

A inovação, que ocorria de forma difusa na companhia, começou a integrar o seu planejamento estratégico (ciclo 2022 a 2026, declaração estratégica na próxima página), e a figurar como uma perspectiva estratégica em 2021, visto que com a aprovação do novo marco legal do saneamento, a COPASA MG precisará ser cada vez mais eficiente e competitiva, reduzindo custos de operação, fornecendo serviço de qualidade e buscando melhores soluções para os desafios enfrentados nos últimos anos.

[1] Informações publicadas no Relatório de Sustentabilidade 2022.

DECLARAÇÃO ESTRATÉGICA

NOSSO PROPÓSITO

Cuidar da água e gerar valor para as pessoas.

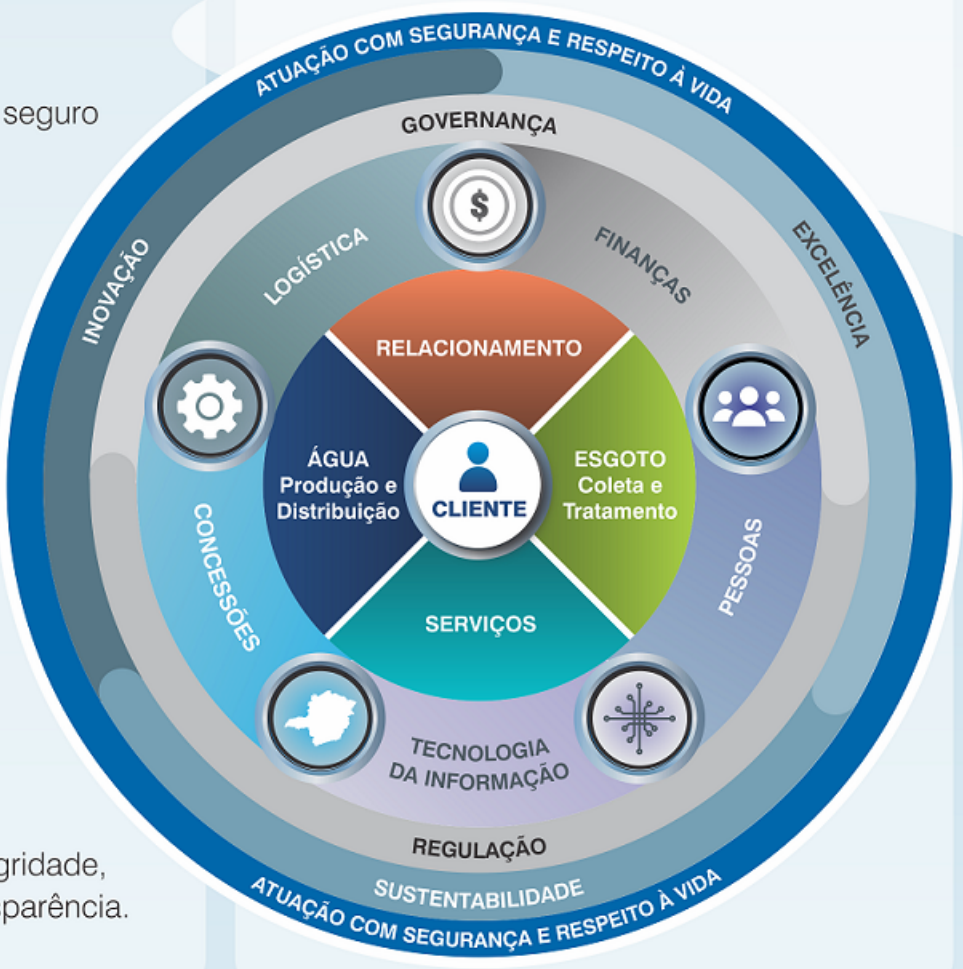
NOSSO COMPROMISSO

- Atuamos com segurança e respeito à vida.
- Somos motivados a atender bem o cliente.
- Buscamos a universalização dos serviços de água e esgoto, com qualidade e de forma sustentável.

NOSSO JEITO

- Zelamos pelo comportamento seguro individual e coletivo.
- Valorizamos as pessoas e desenvolvemos seus talentos.
- Transformamos paixão em serviço de qualidade.
- Atendemos o cliente com respeito e entusiasmo.
- Fazemos acontecer com criatividade e inovação.
- Somos comprometidos com entregas e resultados.
- Respeitamos e incluímos as diversidades.
- Estamos em *Compliance*: integridade, responsabilidade, ética e transparência.

NOSSOS PROCESSOS



NOSSA AMBIÇÃO

Sermos reconhecidos pela qualidade e eficiência dos nossos serviços.

Ainda em 2020, foi aprovada a Política de PD&I da Companhia, que estabeleceu a estrutura para a determinação dos objetivos e diretrizes da PD&I e delimitou as atribuições e responsabilidades das unidades organizacionais envolvidas no processo. Também foi criado o Comitê Gestor de PD&I, que envolve representantes de todas as diretorias da COPASA para deliberar sobre as propostas, programas e projetos de PD&I, coordenado pela unidade responsável pela gestão do processo, a Unidade de Serviço de Desenvolvimento Tecnológico.

Em 2021 a COPASA MG lançou o Programa de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (chamado de INOVA COPASA), que agrega diversos subprogramas de incentivo a PD&I, para a criação e o desenvolvimento de tecnologias, produtos, serviços e processos que elevem a eficiência, a produtividade e a qualidade dos serviços prestados pela companhia. Estruturado em três pilares, pretende avaliar e selecionar soluções com o potencial de gerar receitas incrementais ao negócio e contribuir para a redução ou a racionalização de gastos e despesas. São eles:

- Corpo Técnico (empregados):
  - COPATHON - Desafio à inovação tecnológica - Voltado para a seleção e desenvolvimento de ideias dos colaboradores para a resolução de desafios cotidianos. São projetos de curto prazo, nos quais os empregados da companhia podem colocar em prática as suas ideias e serem premiados ao final do ciclo de desenvolvimento;
  - COPAJUMP - Incentivo a capacitação e especialização dos empregados por meio da participação em programas de pós-graduação stricto sensu.
- Comunidade científica e meio acadêmico - busca parceiras com universidades, centros de pesquisa e com a comunidade científica de forma geral para desenvolvimento de pesquisas aplicadas, inovação e soluções em saneamento para a companhia.
- Empresas, Startups e Fornecedores - Prospecção de soluções inovadoras de prateleira ou ainda não desenvolvidas que possam aumentar a vantagem competitiva e ajudar a resolver os desafios

enfrentados pela COPASA MG.

Aliando as ações do Inova COPASA com o Programa Regulatório de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, o PRPDI, pela Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (Arsae-MG), a COPASA MG busca principalmente soluções para melhorar a prestação de serviços à população mineira, seja tornando a Companhia mais eficiente e competitiva, com a redução dos custos operacionais ou com a busca de novos modelos de negócio, seja no desenvolvimento de soluções inovadoras para suas deficiências e para o alcance das metas de atendimento do Novo Marco Legal do Saneamento.

Dessa forma, são perseguidas, com os recursos dispostos pelo programa, a criação e execução de projetos que tenham aderência ao negócio da empresa, solucionando "dores" da companhia ou aproveitando oportunidades do setor, e que atendam as expectativas das partes interessadas. Tendo valor compartilhado no aperfeiçoamento da eficiência operacional, na otimização de recursos financeiros e humanos, na preservação do meio ambiente e da matéria prima do seu *core business*, no desenvolvimento das comunidades na sua área de atuação e do próprio setor de saneamento como um todo e no investimento de conhecimento para o seu corpo funcional, por meio da aquisição de novos conhecimentos e habilidades necessária para o desenvolvimento dos projetos.

Por fim, espera-se, durante a construção e execução dos diversos projetos pretendidos, contribuir para o amadurecimento do ecossistema de inovação do setor do saneamento, criando redes de conhecimento, pesquisa e desenvolvimento e unindo diferentes parceiros em prol da geração de inovação, promovendo soluções para a universalização do saneamento e a melhoria contínua dos serviços prestados pelo setor para a sociedade.

SELEÇÃO DAS LINHAS TEMÁTICAS

As linhas temáticas adotadas como base para o programa de PD&I da Companhia, e que também serão utilizadas para o PRPDI-ARSAE, foram definidas em um processo participativo com várias etapas, conduzido por empregados e gestores e validadas pelo Comitê Gestor de PD&I durante os anos 2020 e 2021. Em 2022, para construção do Plano Plurianual, foi feito um trabalho de agrupamento, atualização e verificação das temáticas já definidas junto às unidades organizacionais responsáveis pelos processos.

Para uma primeira definição de linhas temáticas, foi realizado, ainda em 2020, um workshop de dois dias envolvendo empregados especialistas representando as unidades da região metropolitana e interior nas seguintes temáticas operacionais: água (tratamento, distribuição, projeto e obra), esgoto (tratamento, coleta, projeto e obra) e manutenção (civil, eletromecânica, automação e serviços comerciais). Durante o workshop, buscou-se entender através de dinâmicas conduzidas com o apoio da Unidade de Serviço de Educação Corporativa (USED) quais eram as "dores" e as oportunidades da Companhia em relação a estas temáticas. Foi gerado um documento contendo pontos prioritários para serem trabalhados tanto em projetos de PD&I como nos programas de melhoria operacional.

Após o workshop, a equipe técnica responsável pelo processo de PD&I, da Superintendência de Desenvolvimento Tecnológico, Inovação e Qualidade (SPDQ), buscou analisar também o que vinha sendo produzido dentro (pelos empregados em suas atividades cotidianas ou de formação acadêmica) e fora da COPASA MG (outras empresas de saneamento, universidades, startups, entre outros), de forma mais abrangente, verificando temáticas que não foram tratadas durante o workshop, mas que, no entanto, são consideradas estratégicas, como a gestão e eficiência energética, energias renováveis, automação, internet das coisas - IoT e Indústria 4.0, mudanças climáticas, recursos hídricos e meio ambiente, novos materiais e relacionamento com clientes e fornecedores.

Todas as temáticas tratadas nas etapas anteriores e os principais pontos de oportunidade ou fraqueza, foram apresentadas ao corpo de gestores em formato de formulário para avaliação de possíveis lacunas nos resultados e para priorização das temáticas e pontos de oportunidade, quanto a relevância para o aumento da eficiência da Companhia e da qualidade dos serviços prestados. A figura abaixo apresenta alguns dos resultados obtidos com essa pesquisa em formato gráfico.

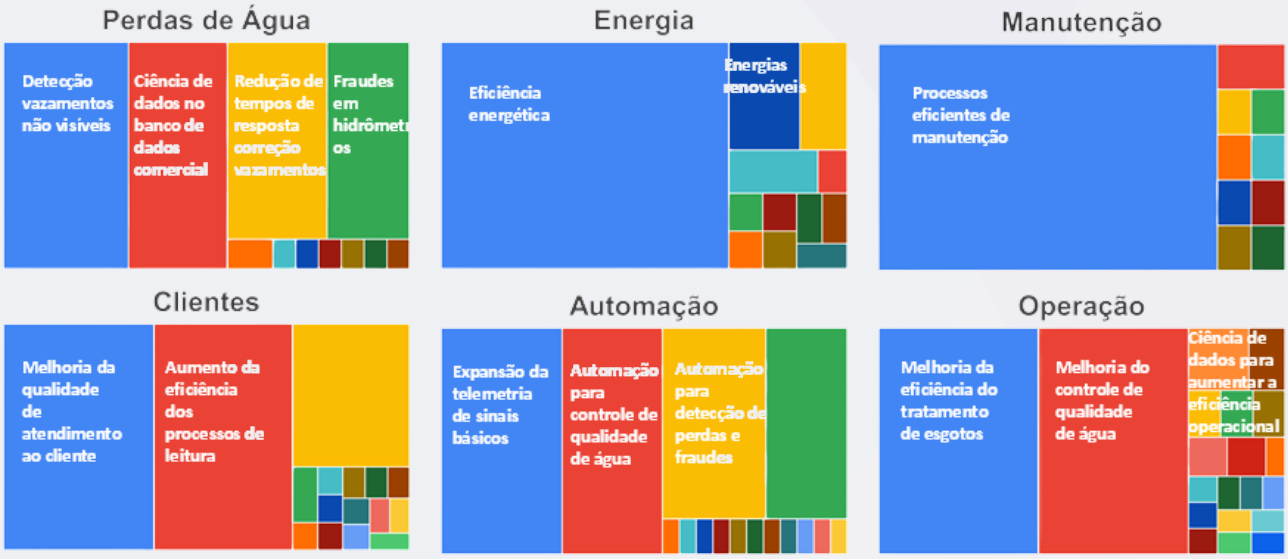


Figura 1 - Resumo dos resultados com a pesquisa de priorização com os gestores sobre as temáticas mais relevantes

Por fim, a validação das linhas temáticas foi concluída pelo Comitê Gestor de PD&I, composto por representantes de todas as diretorias da Companhia, além das unidades responsáveis pelos processos tratados, em reunião específica para esta finalidade.

Para a validação, foram utilizados os seguintes critérios:

- Alinhamento das linhas temáticas aos objetivos e diretrizes da Política de PD&I, à estratégia corporativa e às diretrizes e projetos estratégicos das Diretorias, Unidades de Negócio e das Superintendências;
- Linhas temáticas apresentam possibilidade de resposta ou mitigação aos riscos corporativos;
- Alinhamento das linhas temáticas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (pelo menos os priorizados pela COPASA MG);
- Linhas temáticas representam as oportunidades que a Companhia pode aproveitar nos próximos anos.

Após a validação das linhas temáticas selecionadas, elas foram agrupadas em oito macrotemas (expostos nos quadros nas próximas páginas), e junto às unidades responsáveis pelos processos foram exploradas oportunidades de projetos de PD&I, que serão apresentadas no próximo capítulo.

MACROTEMAS E TEMAS PARA PROJETOS DE PD&I

1 Redução de Perdas de Água

1.1 Detecção de vazamentos não vísiveis e fraudes
1.2 Desenvolvimento de equipamentos para hidrometria

2 Indústria 4.0 e Sistemas de Automação

2.1 Sensoriamento inteligente para água, esgoto e subprodutos
2.2 Internet das Coisas, inteligência artificial e Big Data

3 Soluções para Tratamento de Água e Esgoto

3.1 Tecnologias inovadoras para tratamento de água
3.2 Tecnologias inovadoras para tratamento de esgoto
3.3 Economia circular - reuso de efluentes e resíduos do tratamento (gás, lodo de ETA e ETE e outros)

4 Processos eficientes - Projeto, obra, manutenção e operação

4.1 BIM no Saneamento
4.2 Monitoramento remoto de obras e serviços
4.3 Realidade virtual e aumentada
4.4 Otimização de sistemas de produção e distribuição de água utilizando geoprocessamento e modelagens hidráulicas
4.5 Recomposição de pavimentos

5 Energia

5.1 Gestão da energia
5.2 Processos de geração de energia renovável
5.3 Eficiência energética

6 Recursos Hídricos, Meio Ambiente e Mudanças Climáticas

6.1 Desenvolvimento de grupo de indicadores de monitoramento do Programa Pró-Mananciais
6.2 Classificação da qualidade ecológica de mananciais
6.3 Águas Subterrâneas
6.4 Segurança de Barragens
6.5 Segurança hídrica e monitoramento inteligente dos recursos hídricos
6.6 Mudanças Climáticas

7 Inovação no Relacionamento com o Cliente, Arrecadação e Faturamento

7.1 Digitalização do atendimento e experiência do cliente
7.2 Hidrômetros pré-pagos
7.3 Hidrômetros inteligentes e Internet das Coisas

8 Logística, Gestão de Fornecedores e Controle de Qualidade

8.1 Otimização das operações logísticas e do controle de qualidade
8.2 Sustentabilidade na cadeia de fornecimento

CARACTERIZAÇÃO DAS LINHAS TEMÁTICAS E PROJETOS DE PD&I

1 REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA

As perdas provocam um grande impacto no ambiente em função do elevado volume de água extraído dos mananciais, repercutindo significativamente na sustentabilidade de abastecimento. Estima-se que o nível médio global de perdas foi de aproximadamente 35% da água produzida que responde por 48,6 bilhões de metros cúbicos por ano (m^3/ano), refletindo diretamente no balanço financeiro das concessionárias.

As perdas de água podem ser reais (físicas) ou aparentes (não físicas). As perdas reais são provenientes de vazamentos, seja nas ETAs, nos reservatórios ou na distribuição. Já as perdas aparentes, são advindas do consumo não autorizado de água, e são um problema importante para o setor de saneamento, visto que parte da água que é produzida pela concessionária não é faturada. Estas perdas incluem a imprecisão da micromedição (hidrômetros inoperantes, com submedição, erros de leitura, fraudes, equívocos na calibração do hidrômetro), ligações clandestinas, by pass irregulares nos ramais das ligações, falhas no cadastro comercial e outras situações. Cabe salientar que estas perdas não representam necessariamente um volume de água que não foi utilizada, assim como nas perdas reais. Entretanto, esses tipos de perdas além de serem difíceis de detectar também afetam diretamente o equilíbrio entre o volume de água que entra e sai de Sistema de abastecimento de água.

A redução de perdas de água é um tema de alta relevância frente aos cenários de escassez hídrica e de altos custos de energia elétrica, além da sua relação direta com a saúde financeira dos prestadores, uma vez que podem representar desperdício de recursos naturais, operacionais e financeiros.

1.1 DETECÇÃO DE VAZAMENTOS NÃO VÍSIVEIS E FRAUDES

Vazamentos de água ocorrem em diversos componentes de um sistema de abastecimento, desde as estações de tratamento, até o consumidor. Estas perdas de água representam custos para a companhia, que realizam o tratamento e distribuição de quantidade de água que não chega à torneira da população, desperdício de água potável para consumo, além dos vazamentos ocasionarem potenciais problemas adicionais como erosão do solo, afundamento ou desabamento de pavimentos de ruas e edificações.

As principais causas de vazamentos na rede são: Alta pressão na rede e desgaste e corrosão das tubulações e conexões. Os vazamentos são categorizados em dois grupos:

- Visíveis: Vazamentos da rede de distribuição que afloram à superfície, ou seja, percebidos visualmente, e;
- Não-visíveis: São vazamentos que não afloram à superfície, infiltrando no solo. Dificilmente são detectados por leigos até que apresentem danos visíveis ao pavimento ou imóveis.

Os vazamentos visíveis são facilmente identificados pela própria população que, então, aciona a companhia através de telefone, agências de atendimento ou atendimento online (site ou app). Por sua vez, os vazamentos não visíveis dificilmente são detectados até que se aflorem e se tornem vazamentos visíveis ou se manifestem em danos estruturais no local em que se encontram.

Atualmente, o principal método de detecção dos vazamentos não visíveis é por método acústico, onde equipe de pesquisa é enviada para regiões estratégicas (áreas com falta de água, com redes que operam com alta pressão ou com perceptível perda pelo método da vazão mínima noturna - medições realizadas em períodos com

pouco consumo) e realiza a varredura com haste de escuta metálica, que detecta ruídos e vibrações típicas de vazamentos. Trata-se de um método manual e pouco escalável. Segundo dados da companhia, uma equipe bem treinada consegue verificar cerca de 3 km de rede por dia. Apenas o município de Belo Horizonte possui 19 mil km de rede de distribuição.

Na capital mineira, existem cerca de 30 mil vazamentos visíveis por ano, correspondente a aproximadamente 1,5 vazamento por km de rede, em sua maioria (~80%) ocorrem entre a rede e o ramal (tubulação compreendida entre a rede pública de distribuição e o hidrômetro). Estes vazamentos trazem um grande impacto financeiro para a Companhia e também para o meio ambiente.

Necessidades de tecnologias inovadoras: Buscar desenvolvimento de solução tecnológica que traga mais dinâmica no trabalho de campo com **identificação mais rápida e assertiva do vazamento não visível**. A necessidade é uma tecnologia que identifique, com precisão, os pontos de "fuga" em uma única varredura do sistema distribuidor de água e no ramal de ligação.

Um outro grande motivo para a perda de água em regiões urbanas, conforme mencionado previamente, no âmbito das perdas aparentes, são as fraudes em hidrômetros ou ligações clandestinas, ou by-pass nos ramais. Neste caso, a investigação atualmente é realizada através da investigação do cadastro comercial e de hidrômetros, e verificada em campo.

Para aumentar a assertividade dessa atividade, bem como da busca pelos vazamentos não visíveis, é possível utilizar da modelagem hidráulica dos sistemas de distribuição para identificar pontos com possíveis "fugas" de água.

É uma prática comum nas concessionárias de saneamento básico, a utilização de algum software para executar simulações estatísti-

cas e dinâmicas para verificação do comportamento hidráulico, piezométricos e qualidades de água nas redes de distribuições dos sistemas de abastecimento de água (SAA). São comumente utilizados EPANET, WATERCAD, dentre outros.

No entanto, para a modelagem estruturada com ênfase em perdas e a utilização de dados em tempo real (ou "quase" real), os modelos atuais necessitam de mais artifícios como a construção de um modelo numérico com algoritmos e artifícios como tentativa e erro, configurando de modo aleatórios nos nós na caixa de diálogo campo de informação.

> Proposta de Projeto: Buscar desenvolvimento ou solução para a **modelagem** do sistema de forma **automática**, através de informações que chegam de campo em t**empo real** com os dados hidráulicos necessários para carregamento do modelo e simulação constantemente. A tecnologia mostrará em tempo real como está operando o sistema e possíveis alterações que possam ter ocorrido com base no carregamento dos dados em tempo real e nas simulações, possibilitando a **identificação de possíveis "fugas"** no sistema e **melhorando o tempo de resposta** sua correção.

Com os dois projetos propostos, espera-se reduzir os impactos causados por vazamentos não visíveis e fraudes. Serão alocados recursos da ordem de R$500 mil para os dois projetos, com prazos de execução de até 12 meses para o primeiro, e de 24 meses para o segundo.

1.2 DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTOS PARA HIDROMETRIA

As imprecisões nas medições são uma das causas das perdas aparentes. A correta calibração dos micro e macromedidores é uma

etapa imprescindível para a garantia de um balanço hídrico que corresponda a realidade e possa ser utilizado para suporte a decisão quanto à redução de perdas.

Atualmente, a COPASA MG utiliza 2 (dois) equipamentos (“maletas”) para suporte à execução da calibração de macromedidores, baseada em tecnologias desenvolvidas por empresas privadas. As maletas apresentam tecnologias diferentes embarcadas (hardware e software), o que faz com que a sua utilização e os dados/informações disponibilizados apresentem pequenas diferenças entre si que são percebidas durante a execução do serviço de calibração.

A maleta 1 apresenta estrutura mais compacta e leve, adequada para o transporte e serviço de campo, realiza a coleta de dados em tempo razoável, a medição inicial das velocidades no ponto central e depois no sentido de subida. No entanto, o relatório de calibração emitido é incompleto, informando apenas o erro associado ao medidor e não há integração com o sistema de controle utilizado pela COPASA MG para validação da calibração. Para suprir a deficiência da maleta, a elaboração do relatório de calibração deve ser realizada pela equipe de pitometria das Gerencias Regionais com utilização da informação emitida e o relatório encaminhado para a Unidade de Serviço de Hidrometria (USHM) para análise e validação.

A maleta 2 é maior e mais pesada, inadequada para o transporte e serviço em campo, realiza a coleta de dados em tempo maior do que a maleta 1 e a medição da velocidade na subida e descida. No entanto, o relatório de calibração emitido é completo, ou seja, informa o erro e a incerteza associados ao medidor, a curva de velocidade e envia as informações para guarda em nuvem proprietária gerenciada pela empresa desenvolvedora da tecnologia. A USHM pode acessar essa nuvem, através de um programa denominado PITOT para análise e validação da calibração, bem como emissão do relatório de calibração.

Por fim, a COPASA MG também pode utilizar uma 3ª metodologia desenvolvida pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), para calibração de macromedidores, que utiliza os seguintes equipamentos: 2 diferenciais de pressão e um laptop. Porém, devido a facilidade de utilização das maletas (ainda que não sejam completamente adequadas para o serviço), esta metodologia não tem sido amplamente utilizada.

Diante do exposto, nota-se que nenhum dos três métodos indicados atende completamente as necessidades da COPASA MG para a calibração dos macromedidores, e não existem métodos de mercado que atendam a esta necessidade.

Necessidade de solução inovadora: **Desenvolvimento e produção de equipamento eletrônico**, denominada maleta de calibração, para coleta de dados, envio de dados para arquivo em nuvem, cálculo de erro e incerteza, elaboração de relatório de análise, bem como aprovação da calibração realizada, mas que esteja preparada para atender aos requisitos da COPASA MG, no que diz respeito à **facilidade de transporte** do equipamento, ao **tempo gasto para realização da calibração**, às informações disponibilizadas e resultados obtidos armazenados em nuvem COPASA MG (proteção da informação), emissão de relatório final completo e **integração com o ERP** utilizado na companhia, o SAP, para registro da calibração e dos relatórios.

Com este projeto, espera-se agilizar a realização de calibrações dos macromedidores, otimizando a mão de obra envolvida no serviço e possibilitando o aumento no número de calibrações realizadas. Consequentemente, espera-se conseguir dados de melhor qualidade para o balanço hídrico e o cálculo das perdas de água na Companhia. Serão alocados recursos da ordem de R$150 mil para o projeto, com prazo de execução de até 12 meses.

2 INDÚSTRIA 4.0 E SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

A universalização do saneamento e o aprimoramento constante dos processos existentes devem ser as propostas diárias de qualquer prestador de serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Para a COPASA MG, a automação é uma ferramenta imprescindível para expansão, operação e manutenção dos sistemas de água e esgoto existentes ou futuros, permitindo monitoramentos remotos, medições inteligentes, medições de grandezas relacionadas a qualidade e diversas outras funcionalidades necessárias para operação dos processos distribuídos geograficamente pelo estado de Minas Gerais.

Com o advento de novas tecnologias e conceitos, como a Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things* - IoT) e Big Data, a COPASA MG ganhou novas perspectivas para otimizar os processos e minimizar custos de monitoramento, e consequentemente, os custos de deslocamentos e paradas de equipamentos. Essas tecnologias são habilitadoras para o processo de digitalização da Companhia e imersão em novas possibilidades de aprimorar os serviços de tratamento de água e esgoto.

2.1 SENSORIAMENTO INTELIGENTE PARA ÁGUA, ESGOTO E SUBPRODUTOS

O monitoramento de dados dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário são imprescindíveis para a otimização dos processos existentes. Devido a complexidade de seus sistemas e sua abrangência geográfica, a quantidade de unidades operacionais a serem monitoradas pela COPASA MG é colossal e o custo das tecnologias tradicionais impossibilita que se alcance o controle total dos processos.

Ainda, os sensores utilizados em parte dos processos dos sistemas de água e esgoto podem ficar submetidos a ambientes agressivos, que danificam e encurtam a vida útil dos equipamentos e reduzem a precisão da medição das variáveis, gerando dados não confiáveis.
Por fim, deve-se considerar que as estruturas que fornecem energia para os sensores, garantindo seu correto funcionamento seja por meio da rede elétrica convencional ou por meio solar, estão vulneráveis a ações de vandalismo, dificultando a continuidade do monitoramento e aumentando os custos envolvidos. Dessa forma, é importante que os sensores a serem aplicados em processo em locais vulneráveis fiquem acessíveis apenas aos empregados da Companhia.

- Abastecimento de Água

Para os sistemas de abastecimento de água, a redução do custo de medidores de nível e pressão é um ponto crucial para a expansão e manutenção do parque de sensores implantados. Além disso, considerando todo o processo dos sistemas de abastecimento, são pontos críticos, o monitoramento do comportamento das barragens, visando o aumento de sua segurança operacional e também o envio de dados na distribuição, com o intuito de identificar e mitigar eventos de perdas.

Proposta de Projeto: **Desenvolvimento de sensores inteligentes de baixo custo** para medições de nível e pressão, visando o aumento do parque instalado, e de monitoramento de barragens, para coletar dados do comportamento dinâmico das barragens de forma remota e automática.

Necessidade de tecnologia inovadora: **Desenvolver sistema/piloto** com tecnologia **LoRaWAN** ou similar visando o monitoramento de unidades e equipamentos da COPASA, com o intuito de **identificar e mitigar eventos de perdas de água** no sistema de distribuição.

Os dois projetos propostos acima fazem parte de uma parceria institucional, que está em processo de formalização no momento, para o desenvolvimento de projetos com a temática do Saneamento 4.0. No próximo item (2.2) serão descritos, os demais projetos a serem desenvolvidos no âmbito desta parceria.

- Esgotamento Sanitário

No caso dos sistemas de esgotamento sanitário, a COPASA MG tem a necessidade de medição da vazão de efluentes produzidos e lançados na rede de esgotamento sanitário, originados dos volumes de água medidos pela companhia e volumes de fontes alternativas (não medidos).
As tecnologias existentes precisam ser aprimoradas para aferir com maior precisão os volumes de efluentes lançados no sistema de esgotamento sanitário. Atualmente, os medidores comercializados e aplicados, apresentam fragilidade frente aos elementos presentes no esgoto, como excesso de material orgânico, substâncias corrosivas, dentre outras.
A falta de dados confiáveis sobre os volumes lançados nos sistemas de esgotamento é problemática, tendo em vista que dificultam a medição dos reais volumes que chegam as redes e seu potencial poluidor. Além disto, a receita gerada pelo tratamento dos efluentes fica comprometida, pois os volumes gerados muitas vezes não são registrados pelos medidores de maneira confiável, devido a ineficiência e/ou fragilidade destes equipamentos.

Necessidade de tecnologia inovadora: **Desenvolvimento de nova tecnologia**, mais resistente, viável economicamente, que permita calibrações sem necessidade de retirada do instrumento, e capaz de aferir de maneira confiável os **volumes de efluentes gerados/coletados e transportados** nas redes do sistema de esgotamento sanitário.

Com este projeto espera-se obter equipamentos que possam ser utilizados em larga escala no monitoramento das vazões de esgoto no sistema de coleta e transporte, de forma a mensurar corretamente as contribuições das diferentes sub-bacias e identificar desvios, causados por extravasamentos ou contribuições irregulares, de forma mais rápida e eficiente. Por fim, espera-se mensurar corretamente o esgoto tratado em cada município, mesmo quando o sistema de esgotamento sanitário é integrado. Serão alocados recursos da ordem de R$250 mil para o desenvolvimento em um prazo de 12 meses.

2.2 INTERNET DAS COISAS, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E BIG DATA

O monitoramento das unidades operacionais promovido pelo aumento do nível de informatização, automação e telemetria das unidades utilizando Internet das Coisas (IoT) é uma ação de extrema importância na aceleração do processo de transformação digital da Companhia. Porém, por si só, não é o suficiente para garantir que melhorias operacionais ocorram.

Mesmo no nível de informatização atual são geradas mensalmente uma grande quantidade de dados nos laboratórios da Companhia para cumprimento da legislação ambiental e dos padrões de potabilidade, que são subutilizados.

Com o aumento do nível de informatização, automação e telemetria, os novos dados gerados, associados aos já existentes, devem ser analisados e tratados utilizando ferramentas e

conhecimentos adequados para a geração de informações para o subsídio a tomada de decisão operacional e estratégica.

Proposta de Projeto: Devido a quantidade de análises de qualidade de água realizadas diariamente para cumprimento da legislação, existe uma quantidade massiva de **dados** sobre cada uma das estações de tratamento da Companhia. A utilização desses dados atualmente é pequena, apenas para avaliar a performance das ETAs e cumprimento dos requisitos legais. No entanto, existe a necessidade de **desenvolvimento de ferramenta** que permita **analisar a grande quantidade de dados** gerados (alguns inclusive, em tempo real) para viabilizar uma **avaliação do processo da qualidade da água**, identificando as deficiências, os pontos de atenção e as ações corretivas para correção, auxiliando na tomada de decisão e dando clareza à vulnerabilidade do processo.

Com este projeto, espera-se conseguir uma ferramenta que promova a melhoria do processo de tratamento de água, possibilitando a predição da necessidade de ações corretivas e auxiliando na tomada de decisão. Para sua realização, estão alocados recursos da ordem de R$150 mil, com um prazo de execução de 12 meses.

Além do correto tratamento e utilização da grande quantidade de dados gerada, é importante também que seja possível promover o aprendizado de máquina para a digitalização e otimização de processos complexos e que impactam imensamente os custos operacionais da companhia, como aqueles que envolvem o uso de produtos químicos ou alto consumo de energia.

Proposta de projeto: **Desenvolvimento de algoritmo de aprendizagem de máquina** aliado aos sensores inteligentes para a **automação completa do sistema de dosagem de coagulante e alcalinizante** em Estações de Tratamento de Água promovendo a otimização da utilização de produtos químicos no tratamento e o controle sobre a qualidade da água produzida.

Proposta de Projeto : **Desenvolvimento** de aplicações com uso de **tecnologias e protocolos de *IoT*,** tais como LoRa, MQTT e outros, que sejam aderentes aos processos da COPASA MG e que contribuam para o **aumento do nível de informatização, automação e telemetria das unidades da companhia**, com uma relação **custo-benefício** que justifique o emprego dos mesmos e que possa auxiliar no processo de **transformação digital da empresa**. Além disso, aliado ao desenvolvimento de sensores de baixo custo, o projeto tem o objetivo de:

- Aprimorar os sistemas de telemetria da COPASA MG utilizando protocolos de IoT, incluindo o MQTT, de acordo com a infraestrutura de comunicação/automação existente;
- Estudar, avaliar e desenvolver ferramentas para armazenamento e manipulação de grande volume de dados (Big data);
- Desenvolver de sistemas de informação voltados para monitoramento e visualização dos dados obtidos pela solução, bem como sua integração junto ao sistema COPASIS ou equivalente;
- Desenvolver algoritmos de aprendizado de máquina para análise de dados gerados na presente proposta e dos dados existentes no sistema Big data;
- Implementar protótipos e pilotos em escala real das soluções desenvolvidas.

Os projetos descritos na última página (pag.:29) fazem parte da mesma parceria institucional mencionada no item 2.1, voltada para a temática do Saneamento 4.0. Para o desenvolvimento dos projetos propostos nessa parceria serão alocados recursos da ordem de R$1,8 milhões durante 4 anos.

De forma geral, os projetos pretendidos nessa linha temática beneficiam a população atendida pela COPASA MG de maneira geral e propiciam aprimoramentos nos processos industriais que visam assegurar integridade patrimonial, produtividade e rentabilidade, aliados a uma responsabilidade ambiental ampla.

3 SOLUÇÕES PARA TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO

O Marco Legal do Saneamento estabeleceu metas de universalização do saneamento com atendimento de 99% da população com água potável e 90% com coleta e tratamento de esgotos até 2033. Embora a COPASA MG apresente índices compatíveis no que diz respeito ao acesso à água potável, ainda há um caminho a ser percorrido para o alcance das metas para os sistemas de esgotamento sanitário. Para alcançar a universalização e melhorar a qualidade dos serviços prestados à sociedade são necessários grandes investimentos em infraestrutura (buscando as soluções mais adequadas a cada situação), capacitação dos profissionais atuantes em todos os níveis operacionais e estratégicos, e adoção e desenvolvimento de novas tecnologias aplicáveis à realidade brasileira.

No caso do abastecimento de água, embora os índices de atendimento da COPASA estejam acima da média nacional e atendendo atualmente ao que o Marco Legal do Saneamento estabelece como meta em 2033, os padrões de qualidade de água têm se tornado mais restritivos, enquanto a qualidade dos mananciais tem se deteriorado devido a urbanização desordenada e outros impactos antrópicos. Dessa maneira, são necessárias tecnologias de tratamento avançadas para que a qualidade da água entregue a população atenda aos padrões de qualidade estabelecidos. Além disso, para alcançar índices ainda melhores de atendimento, é necessário buscar soluções para locais onde a escassez de água não permite a perenização do atendimento por métodos convencionais.

Para o esgotamento sanitário, o caminho para o atendimento das metas de universalização passa pela busca por soluções de tratamento que atendam aos parâmetros ambientais e que, entretanto, tenham baixo custo de implantação e operação para que

que sejam implantadas em localidades ainda não atendidas.

Por fim, tanto o tratamento de água quanto o de esgoto geram resíduos, ou subprodutos, que geralmente são descartados. No caso da água, o lodo gerado no tratamento é encaminhado para aterros sanitários, enquanto que no esgoto, os subprodutos sólidos (lodo e escuma) e gasosos (notadamente o biogás) gerados durante o tratamento apresentam rotas de destinação final que usualmente são os aterros sanitários e a queima para a atmosfera, respectivamente. Embora tais rotas de destinação de subprodutos sejam aceitas no Brasil, sabidamente não são as mais adequadas, face aos impactos ambientais que podem ser causados na atmosfera, no solo e nas águas superficiais e subterrâneas.

Ainda, é de conhecimento amplo que os subprodutos do tratamento de água e esgoto apresentam elevado potencial de aproveitamento (beneficiamento do lodo para uso no solo e do biogás para geração de energia térmica e/ou elétrica), mas os esforços nesse sentido são incipientes e, quando realizados, ocorrem de forma desarticulada, normalmente abordando poucas das possibilidades existentes.

A universalização do saneamento passa inequivocamente pela busca de soluções inovadoras para o tratamento da água, do esgoto e seus subprodutos.

3.1 TECNOLOGIAS INOVADORAS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA

O conceito de qualidade da água é muito mais amplo do que a simples caracterização da água pela fórmula molecular H2O. Isto porque, devido às suas propriedades de solvente universal e à sua capacidade de transportar partículas e incorporar impurezas, a sua qualidade vai sendo definida.

De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem, sendo função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica e sujeita a vários fatores.

Mesmo com a bacia hidrográfica preservada, a qualidade das águas subterrâneas é afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração no solo, resultantes da precipitação atmosférica. O impacto nas mesmas é dependente do contato da água em escoamento ou infiltração com as partículas, substâncias e impurezas no solo. Assim, a incorporação de sólidos em suspensão (ex: partículas de solo) ou dissolvidos (ex: íons oriundos da dissolução de rochas) ocorre, mesmo na condição em que a bacia hidrográfica esteja totalmente preservada em suas condições naturais (ex: ocupação do solo com matas e florestas). Neste caso, tem grande influência a cobertura e a composição do solo.

Necessidade de Tecnologia Inovadora : Atualmente, entre os municípios atendidos pela COPASA MG, há diversos em que as fontes de produção tem um alto teor de sais, como o nitrato. Embora existam alternativas para o tratamento de águas com esta qualidade, geralmente, eles envolvem custos elevados de implantação e operação, não sendo aplicáveis a todas as realidades avaliando-se a viabilidade econômica do sistema. Portanto, existe a necessidade de **tecnologia alternativa para remoção do nitrato à baixo custo**.

As interferências do homem, quer de uma forma concentrada como na geração de despejos domésticos ou industriais, quer de uma forma dispersa como na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribui na introdução de compostos na água, afetando a sua qualidade. Portanto, a forma em que o homem usa e ocupa o solo tem uma implicação direta na qualidade da água.

Nesse sentido há atualmente uma grande preocupação com os microplásticos e os fármacos e seus efeitos não somente sobre a qualidade da água, como também sobre a população abastecida.

Proposta de Projeto : Determinação do **nível de contaminação** de mananciais, com aplicação inicial na represa Vargem das Flores, por **microplásticos** e **nanoplásticos** e avaliação da **eficiência de remoção** destes contaminantes na Estação de Tratamento de Água (ETA).

Em contraposição à qualidade existente de uma determinada água, tem-se a qualidade desejável para esta água. A qualidade desejável para uma determinada água é função do seu uso previsto, sendo os principais usos: abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, preservação da flora e da fauna, recreação e lazer, geração de energia elétrica, navegação e diluição de despejos.

Em termos gerais, apenas os dois primeiros usos (abastecimento doméstico e abastecimento industrial) estão frequentemente associados a um tratamento prévio da água, face aos seus requisitos de qualidade mais exigentes.

O tratamento imposto à água, busca viabilizar o atendimento aos padrões de potabilidade, no caso de abastecimento doméstico e industrial, conforme legislação vigente que vem ficando cada vez mais exigente.

Necessidade de Tecnologia Inovadora : Desenvolvimento ou prospecção de tecnologia de **tratamento avançado** como **pós-filtração** para melhorar a eficiência do tratamento de água, principalmente em ETAs convencionais que não tem boa eficiência na **remoção de fármacos e agrotóxicos.**

Atualmente, os elevados e diversificados tipos de substâncias presentes nas nossas águas, o elevado grau de contaminação com despejos domésticos e industriais, e a necessidade de expandir o atendimento com água tratada a uma maior faixa da população, faz-nos buscar tecnologias inovadoras e desenvolvimento de pesquisas que nos auxiliem na melhoria e na evolução dos proces-

sos de tratamento de água.

Necessidade de Ambiente para Testes de Tecnologia: Para a realização de pesquisas e capacitações é necessário um ambiente adequado para que alterações no tratamento não tenham impacto sobre a água distribuída para a população. Propõe-se a **criação de um laboratório de inovação para água** com a existência de um ou mais **protótipos de ETAs moduladas**, com adoção de **diferentes tecnologias de tratamento**, incluindo pós filtração, para a realização de pesquisas, testes de tecnologia e capacitação de empregados e estudantes (em parceria com instituições de ensino).

Proposta de Projeto: Avaliação da **utilização de espuma sustentável de poliuretano,** de origem vegetal, como **adsorvente de nitrato, ferro e manganês** em águas naturais para consumo humano.

Para os projetos do subgrupo temático, estão alocados recursos da ordem de R$3,4 milhões, para serem desenvolvidos ao longo de 48 meses.

3.2 TECNOLOGIAS INOVADORAS PARA TRATAMENTO DO ESGOTO

As estações convencionais de tratamento de esgoto (ETEs) apresentam fluxogramas de processo que consideram o lançamento do efluente tratado em corpos d'água receptores e, portanto, são usualmente concebidas levando-se em consideração unicamente a legislação de proteção das coleções hídricas. Se adequadamente projetadas, construídas e operadas podem alcançar elevadas eficiências de remoção de matéria orgânica, nutrientes e patógenos, cumprindo o seu papel principal de controle da poluição da água.

A COPASA MG opera mais de 200 ETEs que devem cumprir os padrões de lançamento de efluentes e demais requisitos da legislação ambiental, e ainda, atender às normas e regulamentos da ARSAE MG referentes à prestação de serviço. O cumprimento desses requisitos e normas assegura a qualidade do serviço prestado e evita a deterioração dos recursos hídricos e meio ambiente.

Embora seja um grande quantitativo de estações, ainda há muitas localidades em que a COPASA possui a concessão, mas ainda não há sistemas de esgotamento sanitário implantado. É importante avaliar tecnologias que permitam que o custo do sistema de esgotamento sanitário, tanto de implantação quanto de operação seja viável economicamente, enquanto atende todas as exigências da legislação quanto ao esgoto tratado.

As exigências quanto ao padrão de lançamento e qualidade do corpo receptor que devem ser atendidas com as ETEs tem ficado mais restritas ao longo do tempo, de forma que, além de expandir o parque de ETEs para localidades não atendidas, a COPASA MG precisa também buscar tecnologias para adequar o tratamento das ETEs existentes.

Por fim, existe uma parcela de contribuição de atividades industriais ao esgoto que é transportado até as ETEs. Tal contribuição é prejudicial aos tratamentos adotados e a COPASA MG tem utilizado o programa Precend (Programa de Recebimento e Controle de Efluentes Não Domésticos) para prevenir e preservar a integridade das estações de tratamento, garantindo sua eficiência. No entanto, as ações do Precend são limitadas e ainda existem lançamentos irregulares de efluentes industriais na rede de esgotamento sanitário. Dessa maneira, existe a necessidade de buscar, avaliar ou desenvolver tecnologias e aplicar modelos de negócio inovadores para permitir que COPASA MG receba de forma segura e eficiente os efluentes industriais, expandindo assim, as ações do Precend. Para este projeto estão alocados recursos da ordem de R$500 mil, com prazo de 12 meses para o desenvolvimento.

Proposta de Projeto: Buscar, avaliar ou desenvolver **tecnologias** e aplicar **modelos de negócio** inovadores para permitir que COPASA MG receba de forma segura e eficiente os **efluentes industriais.**

- **ALIANÇA ESTRATÉGICA COPASA - UFMG - CRETES**

Entendendo que a temática Esgoto é uma das mais estratégicas para o futuro sustentável da Companhia, a COPASA MG procurou a Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG ainda em 2020 na tentativa de propor uma aliança ampla para tratar dos projetos desta linha temática. Com o amadurecimento das discussões, a equipe responsável pelo primeiro ciclo do INCT (Instituto Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação) ETEs Sustentáveis passou a fazer parte do projeto. Posteriormente, tal equipe montou o Centro de Referência em ETEs Sustentáveis, empresa de base tecnológica, e continuou fazendo parte da construção da parceria entre COPASA e UFMG.

Com a orientação da Coordenadoria de Transferência e Inovação Tecnológica (CTIT) da UFMG, o formato ideal para a parceria entre as três partes seria o de Aliança Estratégica. As alianças estratégicas são instituídas pela Lei 10.974/2004 e envolvem parcerias de longo prazo entre empresas, ICT e entidades privadas sem fim lucrativos que tenham o intuito de criar um ambiente propício a inovação, gerar novos produtos, processos e serviços, transferir e difundir tecnologias, podendo contemplar a prestação de serviços, a capacitação de pessoas, além do apoio para a criação de empreendimentos inovadores.

Do Decreto Federal Nº 9.283 de 2018, que estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional:

> “Art. 3º A administração pública direta, autárquica e fundacional, incluídas as agências reguladoras, e as agências de fomento poderão estimular e apoiar a constituição de alianças estratégicas e o desenvolvimento de projetos de cooperação que envolvam empresas, ICT e entidades privadas sem fins lucrativos destinados às atividades de pesquisa e desenvolvimento, que objetivem a geração de produtos, processos e serviços inovadores e a transferência e a difusão de tecnologia.”
>
> (...)
>
> “§ 5º As alianças estratégicas e os projetos de cooperação poderão ser realizados por concessionárias de serviços públicos por meio de suas obrigações legais de pesquisa, desenvolvimento e inovação.”

Dessa do exposto, nota-se que as alianças estratégicas são completamente aderentes aos objetivos e fundamentação do PRPDI.

A Aliança Estratégica construída entre COPASA, UFMG e CRETES abordará questões ligadas ao tema “Esgoto”. Este tema é de grande interesse da COPASA, sendo parte central de um dos riscos corporativos priorizados. Este risco aborda as perdas decorrentes de ineficiências na coleta e no tratamento de esgoto. A parceria com a UFMG faria parte do plano de resposta ao risco da COPASA e possibilitaria a realização de diagnósticos e melhorias nos sistemas de esgotamento sanitário da COPASA.

Além disso, de forma indesejável, a COPASA ainda enfrenta problemas importantes sob a ótica ambiental na temática do tratamento dos esgotos, não raramente associados à baixa eficiência na remoção de poluentes e contaminantes em nossas estações de tratamento, além de perdas financeiras significativas, pela baixa performance no fator X de incentivo tarifário.

A estruturação desta aliança possibilitará a construção de um ambiente promotor de inovação para os processos de tratamento de esgotos da COPASA, à medida que vai incentivar o desenvolvimento de novas tecnologias para o setor, formar conhe-

cimento e capacitação para os operadores de ETEs, definir novas soluções de tratamento atualmente exigidas pela legislação ambiental e criar um centro de homologação e certificação de equipamentos e soluções associadas.

Ainda, os subprodutos do tratamento que hoje em dia são uma das causas da ineficiência do tratamento em boa parte das ETEs, podem ser aproveitados para finalidades mais nobres, promovendo sua correta destinação ambiental, reduzindo as emissões de gases de efeito estuda, e, consequentemente, promovendo a economia circular e fortalecendo a agenda ESG da Companhia. Ressalta-se que embora a Aliança Estratégica trata da temática Esgoto em toda sua amplitude, desde a coleta e transporte até o tratamento e aproveitamento de subprodutos.

Foram estruturados mais de 20 subprojetos compondo a Aliança, todos com a temática Esgoto para serem desenvolvidos ao longo de 4 anos, além da estruturação do ambiente promotor de inovação, dentro da ETE Arrudas em Belo Horizonte (área denominada CEPTS - Centro de Pesquisa e Treinamento em Saneamento). E para a realização desses projetos estão alocados recursos da ordem de R$5,5 milhões com prazo de execução de 48 meses. O escopo dos subprojetos está apresentado no item XX.

Estabelecimento de **Aliança Estratégica** entre a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e o Centro de Referência em Estações Sustentáveis de Tratamento de Esgoto (CR ETES), de modo a possibilitar a criação de um **ambiente promotor de ações de inovação tecnológica e capacitação**, visando a **universalização** da coleta e tratamento de esgoto e a transição para **economia circular** do setor de esgotamento sanitário em Minas Gerais.

Para que o objetivo geral proposto seja alcançado, serão perseguidos os seguintes objetivos específicos:

1. Desenvolver pesquisas sobre o **gerenciamento e a valoração do subproduto líquido** (efluente tratado) em estações de tratamento de esgoto (ETEs).
2. Desenvolver pesquisas sobre o **gerenciamento e a valoração dos subprodutos sólidos** (escuma e lodo) em ETEs.
3. Desenvolver pesquisas sobre o **gerenciamento e a valoração dos subprodutos gasosos** (biogás, emissões odorantes e de efeito estufa) oriundos do sistema de coleta, transporte e tratamento de esgoto.
4. Desenvolver pesquisas sobre o **potencial de aproveitamento de subprodutos sólidos, líquidos e gasosos,** de forma integrada e regionalizada no estado de Minas Gerais, para fins de atividades agrossilvipastoris, industriais e de geração de energia.
5. Desenvolver pesquisas sobre **soluções** apropriadas para ETEs descentralizadas, modulares, compactas e de pequeno porte, no intuito de possibilitar a **rápida expansão dos sistemas de tratamento de esgoto**, especialmente voltados para o atendimento a pequenas municipalidades.
6. Desenvolver **programas de capacitação, construção e transmissão de conhecimento** para profissionais do setor de saneamento.
7. Revitalizar e transformar o Centro de Pesquisa e Treinamento em Saneamento (CePTS) UFMG/COPASA em um **ambiente promotor de inovação na área de saneamento**, com vistas ao desenvolvimento e teste de soluções tecnológicas para o setor de saneamento, considerando a validação e homologação de tecnologias.

3.3 ECONOMIA CIRCULAR - REUSO DE EFLUENTES E RESÍDUOS DO TRATAMENTO (GÁS, LODO DE ETA E ETE E OUTROS)

Os processos de tratamento de água e esgoto geram resíduos, ou subprodutos, que tem uma potencialidade de utilização para fins mais nobres do que a destinação final adotada atualmente. No caso do esgoto, os subprodutos gerados são o gás, o lodo e o próprio efluente final, enquanto que para a água, é considerado o lodo das ETAs (que tem uma composição completamente distinta do lodo das ETEs).

O biogás, devido ao seu alto teor de metano (CH4), possui elevado poder calorífico, sendo passível de recuperação e aproveitamento energético. O seu aproveitamento para geração de energia elétrica para consumo na própria estação ou interligação na rede pública, e/ou térmica para secagem e higienização do lodo, aquecimento de água para banho ou cocção, pode agregar benefícios financeiros, ambientais e sociais importantes, respaldando a construção de uma economia circular e de baixo carbono. Ademais, a recuperação energética e a destruição do CH4 presente no biogás têm sido incentivadas, também como parte integrante de um plano de redução das emissões de GEE.

Em relação ao lodo, o seu uso benéfico em solos é uma alternativa de destinação ambientalmente adequada que, devido às características de material essencialmente orgânico, rico em nutrientes, como nitrogênio e fósforo, se enquadra nos princípios de reutilização/reaproveitamento de resíduos.

Especificamente em relação ao efluente tratado, o mesmo pode ser utilizado para diversos fins, a exemplo da utilização na própria ETE (p. ex.: limpeza de unidades), em atividades urbanas e industriais (p. ex.: supressão de poeira, lavagem de veículos e logradouros, combate a incêndio, arrefecimento de instalações) e fertirrigação (p. ex.: cultivos agrícolas, pastagens e silvicultura), sendo um passo importante e necessário na gestão de recursos hídricos.

Em situações de conflito pelo uso de água, devido à deterioração dos mananciais ou pelo desequilíbrio natural entre oferta e demanda, assim como em períodos de escassez hídrica, o uso de efluente tratado se apresenta como uma forma alternativa e sustentável de complementar a matriz hídrica, além do potencial latente para a geração de receitas financeiras para o setor de tratamento de esgoto.

Além dos projetos previstos na Aliança Estratégica que se enquadram nesta linha temática, a COPASA MG vem buscando oportunidades para o aproveitamento de subprodutos, sempre com a devida responsabilidade, analisando todos os possíveis impactos e ganhos gerados com cada projeto piloto. Para o desenvolvimento desses projetos estão alocados recursos da ordem de R$700 mil, com prazo de execução variando de 6 a 24 meses.

Proposta de Projeto: Devido ao poder calorífico do lodo do esgoto, este pode ser utilizado pela indústria como substituto para combustíveis fósseis em seus processos e fornos. Desta forma, propõe-se o **desenvolvimento de briquetes** com lodo de esgoto beneficiado para aplicação como **combustível em forno cubilô**, utilizado em processos metalúrgicos, comuns na indústria mineira.

Proposta de Projeto: Devido às características do lodo do esgoto, ele tem o potencial de ser utilizado para a recuperação de áreas degradadas e como fertilizante para plantio. Propõe-se a **produção de fertilizante orgânico composto classe B**, a partir da compostagem do lodo de estação de tratamento de esgoto (ETE) pelo sistema Compost Barn, na recuperação de nascentes e produção agrícola, com **avaliação dos efeitos da aplicação do produto** sobre diferentes espécies e ambientes.

Proposta de Projeto: Desenvolver projeto piloto para **beneficiamento de biogás de ETES** para uso veicular ou doméstico (cozinhas) dentro das unidades operacionais da Companhia, com a finalidade de redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).

Proposta de Projeto: **Avaliação do efeito da utilização de água de reuso** sobre diferentes espécies de vegetação e produção agrícola, com a definição de um projeto piloto de reúso com a utilização ou desenvolvimento de **tecnologias adequadas de pós tratamento**.

No caso de lodo de ETAs, devido a sua composição com a presença de resquícios de produtos químicos utilizado no tratamento, o aproveitamento do subproduto é um pouco mais limitado. No entanto, existem oportunidades a serem avaliadas na construção civil, na indústria e mesmo na agricultura e recomposição de áreas degradadas. São alocados recursos da ordem de R$250 mil para a realização dos projetos com prazo de execução de 12 meses.

Proposta de Projeto: Avaliação do **aproveitamento do lodo de Unidades de Tratamento de Lodo (UTR) de ETAs** como agregado na produção de cimento ou como componente de pavimento na indústria da construção civil e na recuperação de áreas degradadas, com definição e execução de projetos piloto.

Nesta macro linha temática (considerando todas as sub linhas), são previstos recursos da ordem de R$10,4 milhões, dos quais R$5,5 está alocado nos projetos da Aliança Estratégica com a UFMG, para os projetos a serem desenvolvidos ao longo de 4 anos.

4 PROCESSOS EFICIENTES PROJETO, OBRA, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO

Os processos de abastecimento de água e esgotamento sanitário envolvem grandes investimentos em infraestrutura e esforços para gestão dos ativos implantados. Considerando as metas de universalização do saneamento, os padrões de qualidade e a necessidade de atender a população com um serviço cada vez melhor, é imprescindível que sejam buscadas tecnologias inovadoras para tornar os processos que envolvem o ciclo de vida dos empreendimentos no saneamento (considerando seu início nos estudos e projetos, as obras e implantações dos sistemas, e a manutenção e operação ao longo da vida útil) cada vez mais eficientes.

4.1 BIM NO SANEAMENTO

A tecnologia tem sempre transformado a maneira como as coisas são feitas e tem aberto oportunidades para determinar e moldar o futuro. No que diz respeito aos processos dos ciclos de vida de empreendimentos, a “Modelagem da Informação da Construção” (Building Information Modeling – BIM) insere-se como uma nova forma de se trabalhar que se baseia em modelos tridimensionais inteligentes para a criação, a construção e o gerenciamento de edifícios e infraestrutura. As informações precisas e acessíveis nesses modelos capacitam os membros de um projeto a tomar melhores decisões e a responder mais rapidamente às necessidades do projeto.

À medida que o uso de BIM avança, cresce a quantidade de informações de projeto mantidas em meio digital. A continuidade desta informação ao longo do ciclo de vida de um projeto é fundamental para o cumprimento dos valores e do sucesso de um projeto baseado em BIM. Com a proliferação de informações, as empresas precisam de uma abordagem mais integrada para capturar, gerenciar e compartilhar dados entre equipes de projeto e construção cada vez mais diversas e distribuídas, afim de maximizar os benefícios para os negócios.

Entretanto, a implantação de BIM não é uma tarefa fácil. Envolve tanto a revisão de processos de trabalho, o engajamento das pessoas em uma nova forma de pensar o projeto, a obra e a utilização dos empreendimentos, quanto a adoção de novas tecnologias.

O BIM já vem sendo utilizado amplamente em diversos setores, como o de rodovias, com o próprio DNIT sendo um propulsor da tecnologia. No entanto, no setor do saneamento, ainda são incipientes as iniciativas realizadas para sua adoção em larga escala, apenas existindo projetos pontuais realizados por esforços das empresas do setor.

A COPASA MG realizou em 2020 um diagnóstico dos processos relacionados a empreendimentos, envolvendo diversas unidades da companhia, para avaliar a maturidade BIM, como parte inicial do processo de implantação da metodologia na Companhia. A partir do diagnóstico, foram construídas as bases para a elaboração dos planos de implantação considerando a adequação da infraestrutura tecnológica, a comunicação e disseminação do BIM na COPASA, a gestão da mudança e capacitação das pessoas envolvidas, as diretrizes para o ambiente de trabalho colaborativo e para o plano de execução BIM (PEB).

Em 2021, o núcleo BIM, envolvendo empregados das Unidades de Serviço de Projeto, Gestão de Empreendimentos e Desenvolvimento Tecnológico, participou do desenvolvimento de um Projeto Piloto em BIM, contratado em formato de mentoria. O projeto foi um marco

para o amadurecimento do núcleo quanto ao assunto e para o delineamento das necessidades da Companhia quanto à implantação em larga escala do BIM.

Apesar de todos os esforços e projetos realizados, ainda há muitos passos para que a metodologia seja aplicada em todo o processo de empreendimentos. Por se tratar de algo novo, principalmente para o setor de saneamento, existem pontos em relação ao BIM que precisam ser estudados mais profundamente. Para esses projetos e estudos, estão alocados recursos da ordem de R$450 mil, com prazo de execução de 12 meses cada um.

Proposta de Projeto: Avaliação das **mudanças na gestão de empreendimentos**, principalmente no que diz respeito a projetos e orçamentos, com o redesenho do fluxo de processos para adoção da metodologia BIM.

Proposta de Projeto: Desenvolvimento de **orçamentação automatizada** utilizando o BIM e a base de preços da COPASA para os empreendimentos da Companhia.

Proposta de Projeto: Avaliação da i**ntegração entre BIM e o GIS** para melhoria do processo de **gestão de ativos** da Companhia.

4.2 MONITORAMENTO REMOTO DE OBRAS E SERVIÇOS

Com a popularização dos celulares com envio e recebimento de dados, de câmeras 360º com acesso das informações em tempo real e de drones e imagens de satélite, o monitoramento de obras e serviços realizado à distância têm se tornado cada vez mais viável.

A COPASA MG tem uma experiência de sucesso no monitoramento remoto de serviços desde a implantação do sistema SIGOS - Sistema Integrado de Gerenciamento da Ordem de Serviços, que

obriga as equipes, seja de empregados próprios ou de terceiros, a compartilhar fotos georreferenciadas do serviço no início, para acesso às ordens de serviço no sistema, e no final, para encerramento da ordem de serviço.

No que diz respeito à obras, foram realizados projetos pilotos com monitoramento utilizando drones para geração de imagens do andamento das obras.

No entanto, essas iniciativas ainda não possuem uma etapa de pós-processamento das imagens, de forma que a análise realizada é apenas visual, ou seja, necessita de mão de obra especializada que possa receber e analisar as imagens recebidas individualmente, auxiliando o trabalho dos fiscais da Companhia e garantindo um serviço de melhor qualidade.

Necessidade de Tecnologia Inovadora: Desenvolvimento de **plataforma inteligente** para recebimento em tempo real, ou "quase" real, de **imagens** geradas nos diversos empreendimentos com obras em andamento no Estado, através da utilização de equipamentos diversos, como drones, câmeras 360º e celulares, entre outros, com **capacidade de processamento das imagens e adoção de critérios de detecção de mudança** para determinação de variações nas obras executadas entre os períodos de análise. A plataforma deve ter a possibilidade de **determinação de quantitativos** referentes a movimentação de terra, etapas de topografia e construção, de forma a auxiliar os fiscais nas medições e aferições do andamento das obras. É importante também que a plataforma possa indicar a **utilização (ou falta de) de equipamentos de proteção individual**, de forma a garantir que as empreiteiras contratadas estejam cumprindo as normas e regulamentos quanto a segurança do trabalho.

Para execução deste projeto estão alocados recursos da ordem de R$600 mil, ao longo de 24 meses.

4.3 REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

Os conceitos de realidade virtual e aumentada tem sido amplamente utilizados na indústria para a modernização dos processos, mitigação de riscos de segurança e saúde do trabalho, otimização de mão de obra e deslocamentos, e até simplificação do processo de aprendizagem.

Com a popularização de smartphones e o advento das redes 4G, 5G e outras de alta velocidade de transmissão de dados, as tecnologias que utilizam da realidade virtual e aumentada para diversas finalidades têm se proliferado.

A realidade virtual permite que o usuário interaja com um modelo 3D do ambiente real, com possibilidade de efeitos visuais, sonoros e táteis para transformação da experiência em algo o mais próximo possível da real. Dispositivos como óculos de realidade virtual, capacetes e luvas são comumente utilizados para garantir uma imersão ainda maior no ambiente virtual. Ela tem sido utilizada amplamente na indústria, para visualização de dimensões de equipamentos e seu funcionamento ótimo, como parte do processo de gêmeos digitais, e também para capacitações e treinamentos, levando o aluno, ainda que fisicamente em sala de aula, para os ambientes de estudo.

Proposta de Projeto: Desenvolvimento de **ambiente instrucional** para o **uso e manutenções comuns dos equipamentos** mais comuns da Companhia, como conjuntos moto-bombas.

Proposta de Projeto: **Desenvolvimento de módulos de capacitação** de disciplinas de **Saúde e Segurança** do Trabalho, adaptadas à realidade da Companhia, com ambiente virtual desenhado à semelhança das unidades operacionais.

Por outro lado, a realidade aumentada promove a conexão do ambiente virtual com o ambiente real, com informações armazenadas no ambiente virtual sendo sobrepostas ao ambiente real. Para sua aplicação, é comum a utilização de óculos de realidade aumentada (diferentes do realidade virtual, permitem a visualização do ambiente real e possuem sensores e câmeras para interagir com o ambiente virtual) e de equipamentos como *smartphones* e *tablets*. A realidade aumentada é comumente utilizada na indústria para a manutenção de equipamentos, principalmente aqueles que representam um risco para saúde e segurança do trabalho ou que necessitem de mão de obra altamente especializada.

Para os projetos desta linha temática, são reservados recursos da ordem de R$300 mil, com prazo de execução de 12 meses cada.

Proposta de Projeto: Desenvolvimento de **projeto piloto** para digitalização e posterior utilização da realidade aumentada na **manutenção de inversores de frequência** ou equipamentos elétricos.

4.4 OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA UTILIZANDO GEOPROCESSAMENTO E MODELAGENS HIDRÁULICAS

Na operação de Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), um dos fatores críticos do abastecimento é a manutenção do equilíbrio entre a oferta e a demanda de água aos usuários. A manutenção deste equilíbrio é feita através de ações operacionais, muitas delas aplicando conceitos e ferramentas de previsão. A previsão do consumo é imprescindível em vários processos dentro de uma empresa de saneamento, principalmente nos setores de projetos de novos sistemas e de ampliação dos sistemas existentes, e nos setores de produção de água (captação, tratamento, reservação e distribuição).

Nos processos de produção e de distribuição, durante a operação de um SAA, a previsão do consumo é feita com base em dados históricos de demanda que dependem de diversos fatores, tais como o tamanho da cidade, o consumo per capita, a renda, o número médio de habitantes por residência, a precipitação, a temperatura, a altitude, o preço da água, a hora do dia, o dia da semana, as estações do ano. Portanto, é uma tarefa difícil de ser modelada devido a sua alta complexidade, interdependência dos elementos e do dinamismo da operação.

São inúmeras as vantagens de se obter um modelo de previsão de demanda de água para otimização da distribuição, tais como a identificação rápida de vazamentos, ganho na qualidade da água distribuída e planejamento otimizado da operação da estação de tratamento de água.

Entretanto, a otimização desta operação depende basicamente das previsões precisas das demandas horárias e do planejamento das operações de bombeamento durante os períodos de baixas tarifas de energia elétrica (GHIASSI et al., 2008). Este conjunto de informações também é essencial na composição de estratégias de expansão de longo prazo, pois auxilia em questões de planejamento empresarial, tais como analisar a tendência do consumo de água, medir os esforços das políticas de conservação, a definição de tarifas e a previsão de receitas, além de reduzir gastos em energia elétrica e insumos de tratamento.

A otimização de um SAA busca garantir que o atendimento perene da população será alcançado com o menor custo possível, otimizando a operação dos elementos do SAA como conjunto de moto bombas (CMB) e válvulas redutoras de pressão (VRP). Ao otimizar o sistema, as pressões médias serão reduzidas e, consequentemente ocorrerão menores perdas de água ocasionados por vazamentos.

A fim de solucionar o problema da oferta de água, devem ser criados planos de ação que envolvam a combinação das seguintes características: otimização dos sistemas de abastecimento por

meio do seu controle e o desenvolvimento de estratégias de expansão de infraestrutura sustentável e de baixo custo (ADAMOWSKI, 2008). Para o desenvolvimento deste projeto, estão alocados R$150 mil, ao longo de 36 meses.

Proposta de Projeto: Análise e melhoria da eficiência hidroenergética para **otimização da operação de sistemas de abastecimento de água** utilizando a modelagem hidráulica e o cadastro georreferenciado das redes. A otimização poderá gerar redução de custos relacionados a operação, como energia, maior vida útil dos equipamentos e menos despesas com manutenção.

4.5 RECOMPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS

A COPASA MG tem em seu cotidiano, atividades que envolvem realizar pequenos reparos, obras de manutenção pontuais ou obras estruturantes de implantação de redes de distribuição de água e esgoto sanitário. Estas atividades envolvem a abertura de uma vala ou de um buraco localizado para acesso ou instalação de tubulações e conexões. Após a manutenção ou a obra de intervenção concluída, a Companhia é responsável pelo fechamento da vala, envolvendo seu reaterro com ou sem aproveitamento do material escavado, compactação apropriada do solo e recomposição do pavimento asfáltico.

O procedimento envolve até 3 equipes diferentes:

- A primeira equipe promove a sinalização no local, realiza a abertura da vala longitudinal ou pontual e realiza o reparo ou instalação de rede necessária;
- A segunda equipe realiza o aterramento da vala e compactação apropriada do solo. O procedimento é realizado em até 24h após a abertura da vala;
- A terceira equipe realiza a recomposição do pavimento asfáltico da vala longitudinal ou pontual. Em obras de manutenção, essa ação é realizada em até 7 dias após aterramento da vala.

Sobre a etapa de aterramento e compactação do solo, em obras estruturantes de implantação de redes, onde predominam maiores extensões longitudinais, são utilizados equipamentos mais robustos como rolos compressores e em pequenas obras de intervenção e nas manutenções, em geral, são utilizados compactadores manuais de solo. Um grande desafio está em compactar adequadamente o solo das pequenas valas e intervenções, a maioria desses buracos abertos pela Companhia têm até 2,25 m² (dimensões de 1,5 x 1,5 m), onde o rolo compressor não pode ser utilizado e é necessário realizar a compactação de forma manual. Um padrão básico identificado nestas pequenas obras de intervenção, especialmente de manutenções, é que, o problema tem origem em vazamentos da rede de distribuição de água e/ou esgoto, onde o solo se encontra saturado por água ou por efluentes contaminados e é necessário realizar a substituição do solo escavado por outro material seco, para se obter o adequado aterramento, assegurando o grau de compactação exigido.

De forma análoga ou talvez com grau de dificuldade ainda maior, observa-se os serviços de recomposição do pavimento asfáltico nas valas e buracos nas pequenas obras, onde predominam intervenções realizadas em maior quantidade, de forma difusa no ambiente urbano e, às vezes, distantes geograficamente entre si.

Nessas situações, de grande número de serviços e pulverizados no espaço, atualmente é necessário mobilizar um caminhão de asfalto, que percorre grande extensão urbana, com problemas de congestionamento e lentidão no trânsito, distribuindo o asfalto quente e promovendo as recomposições das valas nas pequenas obras. Certo que não é possível controlar adequadamente as condições ideais de temperatura, umidade e demais propriedades do Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) durante todo o trajeto, o que gera problemas estruturais em sua composição na hora da aplicação.

Problemas de aterramento e compactação das valas associados à precária recomposição do pavimento asfáltico, conforme acima

retratado, gera perda significativa de qualidade de toda a intervenção executada, acarretando em abatimentos, trincas, fissuras e rachaduras no pavimento asfáltico final, que resultam em onerosos retrabalhos para a empresa e grande desgaste de imagem frente ao poder concedente nos municípios operados.

Em 2020, apenas em Belo Horizonte, foram realizadas cerca de 160 mil intervenções na forma de buracos (46% em passeio e 54% em pista), que necessitaram de aterramento e recomposição de pavimento. Atualmente, a Companhia implementou o sistema digital de gerenciamento de ordem de serviço (SIGOS) que fiscaliza os serviços prestados através de envio de imagens e registro georreferenciado de localização das intervenções, o que melhora de maneira importante o processo de fiscalização dos serviços executados.

Para o desenvolvimento da solução são alocados recursos da ordem de R$300 mil, com prazo de execução de até 12 meses.

Necessidade de solução inovadora: Desenvolvimento de s**olução para a recomposição de pavimento** em espaços urbanos. A solução deve:

- Assegurar o **controle do grau de compactação** no reaterro de valas
- Assegurar a **preservação das propriedades** da massa asfáltica durante os **percursos urbanos**, especialmente nas pequenas intervenções difusas de manutenção de redes
- **Reduzir o tempo** de aterramento de vala e recomposição de pavimento, a partir da vala aberta
- **Reduzir custos** de aterramento de vala e recomposição de pavimento
- **Reduzir a porcentagem de retrabalho** na recomposição de pavimento

5 ENERGIA

A COPASA MG possui cerca de 5.800 unidades consumidoras de energia elétrica distribuídas, com o consumo médio de de 890 GWh anuais. Devido a esta magnitude de unidades e de consumo, as despesas com energia elétrica representam o segundo maior custo da COPASA MG, e esse custo tem se tornado cada vez mais representativo devido aos elevados índices aplicados nos reajustes tarifários, à aplicação de bandeiras tarifárias e ao aumento de consumo devido ao início de operação de novas unidades e aumento de demanda. Ressalta-se que para o atingimento das metas do Novo Marco Legal, novas unidades consumidoras precisarão ser implantadas aumentando, consequentemente o consumo e a despesa com energia elétrica.

Por ser a sua segunda maior despesa, o gasto com energia elétrica é visto como uma questão relevante, pois impacta significativamente no custo de seus produtos e serviços. Objetivando a redução desses custos, além de eficientização energética visando a redução da intensidade energética do consumo de energia em seus equipamentos e sistemas, a empresa vem tomando iniciativas de substituição de suas fontes de energia por outras de menor custo, com destaque para a migração para o ambiente de contratação livre (mercado livre) e da autoprodução local de energia a partir de biogás de estações de ETE's.

Além da importância dada a despesa, a redução do consumo de energia, ou o consumo mais eficiente, aliada a transição para uma matriz energética mais limpa (composta de fontes renováveis) é ainda mais importante e estratégica considerando seu impacto sobre as emissões de gases de efeito estufa e toda a Agenda ESG. Para o crescimento sustentável da Companhia e o atingimento das metas de universalização do saneamento, é imprescindível que o processo de gestão de energia seja completo e eficiente, a matriz

energética seja diversificada, com a presença de fontes renováveis, e sejam buscadas soluções tecnológicas inovadoras para a eficientização energietica das unidades operacionais.

5.1 GESTÃO DA ENERGIA

Ainda que as unidades consumidoras sejam descentralizadas, a gestão da energia é centralizada na Companhia pela Unidade de Serviço de Controle Operacional, Padronização e Qualidade (USPQ). Esta unidade é responsável pelas ações voltadas a gestão da matriz de energia, inclusive a adoção corporativa de energias renováveis.

Atualmente, é utilizado um sistema desenvolvido pela própria COPASA MG para a gestão das despesas, que não atende de forma completa as necessidades da Companhia, nem incorpora as mudanças na matriz energética realizadas no útlimo ano, sem apresentar um módulo de gestão das despesas no mercado livre.

Ainda, o sistema não é preparado para gerar informações para contribuir com os relatórios de sustentabilidade e com o de emissão de GEE.

Para o desenvolvimento da solução são alocados recursos da ordem de R$500 mil, com prazo de execução de até 12 meses.

Necessidade de tecnologia inovadora: Desenvolvimento de **sistema de gestão de energia** que permite a importação e gestão de dados de energia adquirida tanto no mercado cativo quanto no livre, bem como as energias provenientes dos sistemas de geração por fonte renovável (biogás, lodo, solar, eólica, etc.), que possua integração com as obrigações referentes à agenda ESG, e que possua o tratamento inteligente e adequado dos dados de consumo para promoção da eficientização energética da Companhia.

5.2 PROCESSOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL

Nos últimos anos, em consonância com a Agenda ESG, a COPASA MG vem buscando diversificar sua matriz energética com a utilização de fontes renováveis. Além de reduzir as emissões de GEE, a adoção de energias renováveis é uma alternativa para a redução da despesa total em energia.

A utilização de energia solar é a forma mais comum de uso de energias renováveis na Companhia atualmente. Diversos equipamentos são energizados com a utilização de placas solares nas unidades operacionais, principalmente quando não há disponibilidade de energia elétrica na rede próxima. No entanto, em unidades operacionais localizadas distantes dos centros urbanos, a infraestrutura fica exposta a atos de vandalismo.

Para o desenvolvimento dos projetos são alocados recursos da ordem de R$300 mil, com prazo de execução de até 12 meses cada.

Necessidade de tecnologia inovadora: Com objetivo de diminuir a emissão de GEE e particulados oriundos do diesel, existe a necessidade de desenvolver um **projeto piloto** para avaliar a **substituição de geradores movidos à diesel por sistemas de geração de energia por placas solares**, uma energia limpa, renovável e abundante: a luz solar. O sistema deve ser robusto o suficiente para ser acionado quando for necessário e discreto o suficiente para não ser vandalizado.

Atualmente geradores consomem grande quantidade de combustível do contrato realizado para abastecimento de veículos da companhia.

Estes poderão ser utilizados em sistemas de captação de água e elevatórias de água e esgoto onde não haja disponibilidade de energia elétrica pela concessionaria estadual.

Proposta de projeto: Avaliação do **efeito de usinas fotovoltaicas flutuantes**, implantadas em reservatórios de água bruta utilizados para o abastecimento de água, sobre o ambiente aquático, a biodiversidade local e a qualidade da água.

5.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Devido às características dos processos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, é necessária a utilização de uma gama de equipamentos de alto consumo de energia, como conjuntos moto-bombas (tanto para transportar água como para esgoto), sopradores, entre outros. A otimização do funcionamento desses equipamentos é de extrema importância para a redução dos custos de energia. Também deve ser considerada a avaliação da vida útil e troca por equipamentos mais novos e eficientes.

A necessidade de reduzir o consumo de energia, e consequentemente as despesas com este insumo, fazem imprescindíveis a busca por tecnologias e soluções inovadoras e o desenvolvimento de projetos de pesquisa que possam produzir a evolução necessária para a eficientização energetica.

Propostas de projetos e soluções inovadoras: Avaliação do **potencial hidráulico dos sistemas de adução e de distribuição de água e dos emissários de esgoto** e desenvolvimento de tecnologias inovadoras para gestão da eficiência energética e substituição de equipamentos de alto consumo.

- Aproveitamento do **potencial hidráulico do sistema de adução e distribuição** para a instalação de turbinas na tubulação, objetivando a geração de energia e redução dos custos de produção.

- Avaliação de alternativas para o **aproveitamento da carga hidráulica existente nos emissários finais** das ETEs para a geração de energia elétrica.
- Desenvolvimento de tecnologias para **monitoramento e otimização do consumo de energia** nos sistemas de bombeamento e tratamento de água e esgoto;
- Desenvolvimento de tecnologias alternativa para a realização do **controle de injeção de ar em tanques de aeração** de esgoto utilizando métodos mais eficientes de consumo de energia elétrica pelos sopradores.

Para os projetos e soluções propostas no quadro estão alocados recursos da ordem de R$2,2 milhões, considerando um prazo de desenvolvimento de quatro anos.

6 RECURSOS HÍDRICOS, MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A COPASA MG está em constante busca de formas de minimizar seus impactos no Meio Ambiente e assim construir um mundo mais justo e responsável para as pessoas. Com esse intuito, foi fundamental o estabelecimento de um modelo de negócio sustentável, com critérios ambientais, sociais e de governança.

A estratégia de recuperação da vegetação, por exemplo, é um dos pilares de programas de meio ambiente. Tal recuperação promove, diversos serviços ambientais que contribuem na melhoria da qualidade e quantidade da água, gerando redução de custos operacionais e promovendo segurança hídrica para a população atendida.

Quando se trata de buscar a segurança hídrica, a gestão integrada da quantidade (disponibilidade hídrica) e qualidade de água, principal insumo do saneamento, é essencial para avaliar os riscos inerentes aos processos do setor. Dentro deste contexto, existe a necessidade de melhorar as práticas de monitoramento, previsão, modelagens, sistematização de informações e melhoria dos processos relacionados a gestão integrada dos recursos hídricos para facilitar a tomada de decisão objetivando a segurança hídrica dos sistemas de abastecimento de água.

Além disso, a aceleração das mudanças climáticas e as possíveis alterações dos regimes hidrológicos, devido ao processo em curso, pode impactar diretamente a segurança hídrica dos sistemas da COPASA MG. Devido a sua atuação em todas as regiões do Estado torna-se ainda mais complexo o planejamento, em função das características próprias previstas pelos modelos de alteração da temperatura e intensidade das chuvas, para cada região de Minas Gerais. Em paralelo às necessidades de adaptação observadas anteriormente, há uma cobrança cada vez maior por parte da sociedade como um todo para reduzir as emissões de GEE.

Dessa maneira, para estabelecer sempre uma relação harmoniosa entre saneamento básico e meio ambiente, cuidando da água e atuando em conformidade com os padrões ambientais, reduzindo o seu impacto quanto às emissões de GEE, a COPASA MG busca a modernização tecnológica e inovação para a verificação da efetividade e melhoria das ações ambientais desenvolvidas em prol da sustentabilidade.

6.1 DESENVOLVIMENTO DE GRUPO DE INDICADORES DE MONITORAMENTO DO PROGRAMA PRÓ-MANANCIAIS

O Programa Pró-Mananciais tem o objetivo de proteger e recuperar as microbacias hidrográficas e as áreas de recarga dos aquíferos cujos mananciais servem para a captação dos sistemas de abastecimento público de água operados pela COPASA, por meio de ações e estabelecimento de parcerias, que visem a melhoria da qualidade e quantidade das águas, favorecendo a sustentabilidade ambiental, econômica e social.

Avaliar o alcance dos objetivos traçados é fundamental para que sejam feitas adequações ao Programa que se mostrarem necessárias, para que os resultados sejam devidamente comunicados aos interessados e para que haja clareza nas motivações e continuidade da prática.

Neste sentido, a utilização de indicadores ambientais auxilia sobremaneira na comprovação da eficiência das ações de intervenção ambiental ao longo do tempo, evidenciando as alterações no comportamento da vegetação. Atualmente, estão sendo aplicados os seguintes indicadores para o monitoramento do programa (cada um com metas específicas):

- NDVI - Normalized Difference Vegetation Index (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada)
- SAVI - Soil Adjusted Vegetation Index (Índice de Vegetação Ajustado ao Solo)

- EVI - Enhanced Vegetation Index (Índice de Vegetação Melhorada)
- % de Área de Preservação Permanente (APP)

No entanto, a aplicação de indicadores de literatura, como os utilizados atualmente, não é simples e não retrata de forma ampla os impactos do programa. Existe a necessidade de estudo aprofundado para desenvolver um grupo de indicadores que serão capazes de monitorar os diversos aspectos do programa, em sua complexidade, gerando resultados de fácil comunicação.
Há um número grande de desafios ao monitoramento dessas ações, que dizem respeito a:

- Diversidade das ações trabalhadas
  - Ações de intervenção física no solo das bacias de captação: construção de terraceamento em curvas de nível, adequação de estradas rurais, construção de barraginhas, subsolagem;
  - Ações de restauração vegetal: plantio de espécies nativas, cercamento, apoio ao desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais;
  - Ações de capacitação e educação ambiental: educação voltadas para comunidade escolar, capacitações técnicas aos produtores rurais e prefeituras;
  - Ações de saneamento rural: implantação de tecnologias individuais de tratamento de efluente doméstico, soluções de destinação/tratamento adequado do efluente animal, implantação de cisternas de água de chuva;
  - Ações de promoção de agricultura e formas de produção sustentáveis: apoio à agroecologia e sistemas agroflorestais, apoio à tratamento adequado de resíduos.
- Abrangência territorial do Programa - Anualmente são inseridos novos municípios ao Programa. Até o ano de 2022 já são 275 municípios inseridos abrangendo as diversas regiões do estado de Minas Gerais.

- Territórios diversos e usos múltiplos - As características das bacias hidrográficas de captação, território de atuação do Programa, variam enormemente quanto ao tamanho, aspectos físicos, climáticos, ecológicos e culturais.
- Caráter participativo - O desenvolvimento do Programa nos municípios é vinculado a formação de um coletivo local de meio ambiente – Colmeia, que se responsabiliza pelas várias etapas do Programa, o diagnóstico da bacia, a mobilização social, a definição e priorização das ações e o monitoramento.

Proposta de Projeto: **Desenvolver um grupo de indicadores** capaz de monitorar os diversos aspectos do programa, em sua complexidade, gerando resultados de fácil comunicação. A metodologia a ser desenvolvida deve incorporar os seguintes aspectos:

- **sociais**, como o alcance da participação social, da mudança cultural e produtiva;
- **ecológicos**, como monitoramento do processo de restauração vegetal, biodiversidade terrestre e aquática;
- **hidrológicos**, como recarga de aquíferos, vazão dos mananciais e qualidade da água; e
- **físicos**, como geração de sedimentos na bacia hidrográfica.

Além disso, a metodologia deve incorporar indicadores monitorados in loco, de **fácil aplicabilidade** e também indicadores mais complexos que utilizarão tecnologias de **softwares e sensoriamento remoto**.

Para o desenvolvimento do projeto estão alocados recursos da ordem de R$250 mil, considerando um prazo de vinte e quatro meses.

6.2 CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE ECOLÓGICA DE MANANCIAIS

As atividades correlatas ao saneamento básico determinam alterações na quantidade e qualidade das águas e, consequentemente a necessidade de monitoramento e verificação como forma de promover o uso sustentável.

A avaliação dos corpos d'água é bastante complexa e carece de metodologias inovadoras que levem em consideração os mais variados fatores ambientais. Assim, a utilização de estratégias complementares à legislação para avaliação do estado ecológico dos ambientes torna-se necessária.

Na avaliação da qualidade ecológica "analisa-se a "saúde" do ambiente aquático com base em um conjunto de fatores de indicadores de estágios de mudança ou empobrecimento ecológico frente às interferências humanas, em comparação às condições o mais próximo possível do natural – as condições de referência. A "saúde" é traduzida pelo Índice de Integridade Ecológica (IIE) que indica o estado ecológico em níveis distintos de modificações ambientais e estrutura a classificação de sua qualidade ecológica". (FERREIRA, 2017)

Para o desenvolvimento do projeto estão alocados recursos da ordem de R$150 mil, considerando um prazo de 24 meses.

> Proposta de Projeto: Avaliar a **qualidade ecológica** de **mananciais críticos** da COPASA MG para subsidiar a decisão quanto a ações de recuperação dos recursos hídricos.

6.3 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A metodologia de locação de poços tubulares comumente empregada durante os trabalhos de escritório na pesquisa de água subterrânea, corresponde ao uso de ferramentas como fotografias aéreas, imagem de satélite, mapas topográficos e geológicos da área de interesse visando, principalmente, identificar feições que

indiquem a presença de aquíferos fraturados ou fraturado-cársticos predominantes no Estado de MG.

Entretanto, permanece como desafio a escolha de pontos favoráveis para perfuração de poços tubulares profundos produtivos em áreas de geomorfologia caracterizada por altiplanos, tanto em regiões de "Chapadas" comumente encontradas no Vale do Jequitinhonha, Norte e Noroeste de MG como em áreas aplainadas do Triângulo Mineiro. Nestas regiões específicas, observam-se extensas áreas com espessos pacotes desedimentos que recobrem as descontinuidades das rochas, tais como lineamentos de fraturas, falhas geológicas ou feições cársticas que possam armazenar e transmitir água subterrânea. Neste caso, as estruturas favoráveis à ocorrência de água subterrânea podem ocorrer abaixo da superfície do terreno e estarem totalmente encobertas pela espessa cobertura sedimentar, impedindo a observação das estruturas através das ferramentas mais usuais citadas anteriormente.

Outros métodos como geofísica ou tratamento digital de imagens de satélite direcionado para tal finalidade poderiam ser utilizados como forma indireta para identificar tais estruturas.

Proposta de Projeto: **Otimização do processo de locação dos poços tubulares profundos** a partir de pesquisa geofísica local utilizando métodos para identificar fraturas e indicar a profundidade da água e **desenvolvimento de sensores e métodos** para mapeamento de fraturas/água durante a perfuração.

A gestão dos mananciais subterrâneos, que são captados ou dos que constituirão a fonte de produção de água do sistema de abastecimento, por muitas vezes, é incipiente, sendo necessário o empreendedor avaliar a segurança hídrica dos sistemas subterrâneos para poder realizar ações para melhorar a segurança hídrica quando necessário.

Para uma gestão eficiente dos aquíferos, se faz necessário delimitar a área de abrangência do aquífero, conhecer a dinâmica do fluxo da água subterrânea e a interação com o manancial superficial que aporta água ao sistema em estudo. Conhecer a condição hidrodinâmica do aquífero que se pretende explotar, simular e propor cenários de produção de água.

Para os projetos propostos estão alocados recursos da ordem de R$550 mil, considerando um prazo de desenvolvimento de 24 meses cada.

Proposta de Projeto: **Otimização da operação e controle da produção de água subterrânea**, através da utilização do **desenvolvimento de modelos hidrogeológicos** conceituais e numéricos, métodos de calibração e simulações de múltiplos cenários da modelagem tridimensional de fluxo de água subterrânea e de eventual transporte de contaminantes

6.4 SEGURANÇA DE BARRAGENS

As barragens de terra são estruturas construídas com inúmeras finalidades, porém, a mais comum é o acumulo de água para a agricultura, geração de energia e abastecimento humano. O grande volume de água armazenado, formando um grande reservatório, gera benefícios incontestáveis para a população, como também riscos, caso não seja bem edificado e monitorado, podendo prejudicar a vida das pessoas, bens e o meio ambiente.

No intuito de evitar acidentes envolvendo esses empreendimentos, existem leis e políticas que exigem a aplicação de procedimentos para minimizar os riscos e falhas. Esses procedimentos demandam do empreendedor da barragem a aplicação de um método/sistema de monitoramento, que possibilite a análise das inspeções visuais e dados dos instrumentos, em tempo real em ambiente web, para que seja possível a tomada de decisão de forma rápida e segura.

Para os projetos e soluções propostas no quadro estão alocados

recursos da ordem de R$650 mil, considerando um prazo de desenvolvimento de 12 meses cada.

Necessidade de Tecnologia Inovadora: **Desenvolvimento de sistema para monitoramento** das leituras dos instrumentos (parte deles em tempo real, com a utilização de sensoriamento inteligente - ver projetos do macro tema 2) e as **inspeções visuais** do sistema em ambiente web.

Proposta de Projeto: **Monitoramento remoto de anomalias** de forma sistemática através do sensoriamento remoto.

6.5 SEGURANÇA HÍDRICA E MONITORAMENTO INTELIGENTE DOS RECURSOS HÍDRICOS

A COPASA MG tem uma rede de monitoramento hidrométrica rica, contendo séries históricas de vazão, nível e chuva e também de parâmetros de qualidade da água em diversos locais do Estado. Os dados provenientes desse monitoramento são utilizados de maneira pontual, para cumprimento da legislação ambiental e para estudos de definição de fonte de produção e análises quanto à segurança hídrica. Parte desses dados, que dizem respeito aos níveis dos principais reservatórios de água bruta, está disponibilizada ao público no site da COPASA.

A melhor utilização dessas informações e a modernização da infraestrutura de monitoramento dos recursos hídricos, com ampliação das informações geradas em tempo real e utilização ampla de dispositivos *IoT*, pode facilitar a tomada de decisão operacional e estratégica, aumentando a garantia de segurança hídrica.

Para os projetos propostos estão alocados recursos da ordem de R$350 mil, considerando um prazo de desenvolvimento de 24 meses cada.

Proposta de Projeto: **Desenvolvimento de modelos de previsão de vazões e nível em tempo real** para otimização dos sistemas de abastecimento de água.

Proposta de Projeto: Desenvolvimento de **modelos de Qualidade da Água para reservatórios** utilizando dados de **Sensoriamento Remoto** como satélites para obter informações de parâmetros qualitativos espacializados, de forma automática e sistemática com maior frequência

6.6 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A variabilidade climática impacta os sistemas de abastecimento de água pois interferem na disponibilidade hídrica dos mananciais e no dimensionamento de infraestrutura hídrica. Essa variabilidade ocorre de forma natural ao longo do tempo, com regime pluviométrico que gera períodos com maior e menor intensidade de chuvas, de acordo com os padrões locais de cada região. Os fenômenos naturais aliados às ações antrópicas geram aumento das concentrações de gases do efeito estufa e o aquecimento global, esse cenário que têm alterado os padrões das séries hidrológicas, tornando-as não estacionárias e, assim, interferindo no planejamento e na operação da infraestrutura hídrica. Ainda, o aumento da temperatura média global implica em um aumento da demanda por recursos hídricos no setor de abastecimento público.

Uma atualização crucial do AR6 WGI (IPCC) é a análise de eventos compostos – por exemplo, ondas de calor e secas que acontecem próximas umas das outras ou mesmo ao mesmo tempo. Isto representa um risco particular, pois muitas vezes deixam as comunidades com pouco ou nenhum tempo para se recuperar entre os eventos. O relatório conclui que a influência humana provavelmente aumentou a chance de eventos extremos compostos desde os anos 1950.

As mudanças Climáticas contribuem tanto para o aumento da probabilidade (frequência) quanto da severidade (intensidade) dos extremos de calor, da precipitação, das secas e dos ciclones tropicais.

Nesse sentido, tanto as ações para adaptação às mudanças climáticas, buscando a garantia da segurança hídrica, quanto as ações para redução das emissões de GEE, são relevantes para o crescimento sustentável da Companhia.

Propostas de Projetos: Para a COPASA MG é importante avaliar os **riscos**, as **vulnerabilidades** e **oportunidades** existentes, com o objetivo de **adaptar** da melhor forma possível, bem como aprimorar a **gestão da emissão dos GEE** com a finalidade de **mitigar e reduzir** as emissões no **Processo de Descarbonização** da COPASA MG. Desta forma, são propostos os seguintes marcos:

- Critérios para a definição das metas, desenvolvimento de Indicadores, tecnologias e processos para alcance na descarbonização;
- Pesquisa para identificação de impactos locais através de modelos de mudanças climáticas regionais e desenvolvimento de uma sistematização dessa abordagem nas práticas internas;
- Aprimoramento de métodos de cálculo e inventário de Emissão de GEE com desenvolvimento de pesquisas para cálculo de fatores de emissão mais realísticos ou uso de outros métodos para cálculo;
- Desenvolvimento de precificação interna de carbono para o setor de saneamento com a definição dos critérios e metodologias.

Para o desenvolvimento dos projetos propostos no quadro são alocados recursos da ordem de R$650 mil com prazo de desenvolvimento de 48 meses.

7 INOVAÇÃO NO RELACIONAMENTO COM O CLIENTE, ARRECADAÇÃO E FATURAMENTO

A popularização do uso de smartphones foi um dos impulsionadores para a transformação digital dos processos comerciais no setor de saneamento. Essa transformação foi acelerada ainda mais pela pandemia de COVID-19, principalmente no que diz respeito ao relacionamento com o cliente. Com o atendimento presencial prejudicado, as empresas que ainda não haviam digitalizado seus canais de atendimento, se viram na necessidade de buscar inovações em curtíssimo prazo para garantir a perenidade e efetividade da comunicação com os clientes. Mesmo aquelas em que a transformação digital do atendimento já havia ocorrido, precisaram se adaptar ao novo momento, com inovações que alteraram permanentemente o relacionamento com o cliente, como o uso intensivo das redes sociais, o *Whatsapp*, soluções *omnichannel*, chatbots, entre outros.

Além da implementação de canais de atendimento digitais, as empresas vêm também se esforçando para entender melhor a jornada do cliente e antever suas necessidades, proporcionando um melhor atendimento, com a comunicação proativa sobre as atividades que podem impactar o cliente. Ademais, as soluções digitais de atendimento podem ser combinadas com tecnologias inovadoras, como exemplo, a Internet das Coisas e o Big Data, com a finalidade de utilizar os dados de consumo para melhorar o atendimento e reduzir a inadimplência, impactando positivamente a arrecadação e faturamento.

7.1 DIGITALIZAÇÃO DO ATENDIMENTO E EXPERIÊNCIA DO CLIENTE

A digitalização do atendimento é um ponto importante para a melhoria do atendimento do cliente, quando realizada de modo a entender e atender às diferentes necessidades de cada persona

atendida. A aceleração da digitalização é um fator importante para a sustentabilidade da Companhia e medidas para adequação das estratégias de relacionamento e maior potencial de fidelização dos clientes são necessárias. Para esta transformação, o uso intensivo de tecnologias e o desenvolvimento de soluções inovadoras é imprescindível.

Para a proposta de projeto descrita são alocados recursos da ordem de R$600 mil com prazo de desenvolvimento de 24 meses.

> Proposta de Projeto: Implantação de **laboratório de experiência do usuário** (User Experience - UX) em parceria com instituição de pesquisa ou ensino na área de design digital para **desenvolver, testar e acelerar soluções digitais para melhorar o atendimento e a jornada do cliente da COPASA MG**, promovendo também a acessibilidade e equidade no atendimento.

Ainda com a digitalização e aproximação do cliente, existem problemas diários da COPASA referentes à falhas de comunicação com as partes interessadas. Uma dessas falhas diz respeito ao entendimento sobre o valor da tarifa paga e o que esta tarifa financia. O cliente não entende como é calculada a tarifa e para que finalidade ela é utilizada e isto afeta significativamente a imagem da Companhia e seu relacionamento com o cliente, convergindo até para ações judiciais para questionamento da fórmula tarifária.

Uma diretriz que necessariamente deve ser observada para a instituição da tarifa é a da modicidade, a qual deve ser conjugada com o princípio do equilíbrio econômico-financeiro. A receita total do prestador – que equivale ao valor arrecadado com o pagamento de todas as faturas – deve cobrir pelo menos seus custos. E é importante que essas informações estejam claras e transparentes para os clientes.

A tecnologia e a inovação podem ser ferramentas poderosas para melhorar a comunicação com o cliente e promover a transparência quanto a questões complexas relacionadas ao serviço.

Proposta de Projeto: Desenvolvimento e implantação de metodologia para aproximar a COPASA MG dos clientes para o esclarecimento de questões complexas sobre os serviços prestados, como a própria composição da tarifa, utilizando de recursos visuais e de storytelling. Os temas escolhidos podem ser tratados em reuniões agendadas com os interessados e são apresentados de forma clara e acessível, reduzindo questionamentos futuros, enriquecendo o aprimoramento dos serviços prestados. De outro lado, a busca pela resolução consensual também se utilizaria de recursos visuais e tecnológicos como ferramentas de comunicação da empresa nas negociações em meios alternativos de resoluções de conflitos.

Para a proposta de projeto descrita são alocados recursos de até R$200 mil com prazo de desenvolvimento de 24 meses.

7.2 HIDRÔMETROS PRÉ-PAGOS

Os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são cobrados dos clientes através de uma tarifa, calculada de modo a cobrir os custos da prestação de serviço, considerando também os investimentos na infraestrutura, e o volume consumido, medido com o uso de hidrômetros, e devolvido (calculado indiretamente) ao sistema. Nesta modalidade, o cliente sabe apenas o quanto terá de pagar pelo serviço após consumi-lo, sem ter a possibilidade de planejar o custo ou antever gastos extras devido a aumento de consumo, ou mesmo vazamentos existentes na residência.

A utilização de sistemas de pré-pagamento tem sido implementada em diversos países, como Colômbia e África do Sul, com grande alcance populacional e resultados positivos divulgados pelas concessionárias locais. Em um sistema pré-pago, de forma análoga ao que é realizado nos celulares, o cliente efetua a compra de crédito de água e após informar ao hidrômetro, este permite que a quantidade de água comprada seja entregue ao cliente. Com o fim do volume referente ao crédito, a água deixa de ser entregue ao

cliente, até que este regularize a situação com a compra de novo crédito. Esse sistema permite que o usuário tenha um maior controle do gasto com o serviço e possa modular o seu consumo a sua possibilidade de pagamento. Também permite que os pagamentos pelo serviço sejam realizados em maior frequência com menores parcelas.

Existem atualmente no mercado internacional, hidrômetros desenvolvidos para este tipo de aplicação, contando inclusive com teclado para digitação do código referente ao crédito. No mercado nacional, não existem hidrômetros construídos dessa maneira, no entanto, não há uma grande complexidade tecnológica que impeça seu desenvolvimento, apenas a falta de demanda.

Com a popularização dos dispositivos IoT e maior cobertura de 4G e 5G nos centros urbanos, é possível realizar a comunicação com os hidrômetros por meio de sistema digital em tempo real. Dessa forma, o usuário poderá acessar suas informações de consumo e realizar a compra de créditos em qualquer local e a qualquer hora, desde que haja cobertura de telefonia celular.

No entanto, para a adoção desse tipo de sistema é necessária a promoção da mudança de cultura, conscientização quanto ao consumo de água e planejamento financeiro.

Para a proposta de projeto descrita são alocados recursos da ordem de R$600 mil com prazo de desenvolvimento de 24 meses.

Proposta de Projeto: Implantação de projeto piloto em área pré-definida para a utilização de **hidrômetros pré-pagos**. Deverão ser avaliados durante o projeto:

- **Desenvolvimento e validação de hidrômetro** com válvula de corte e possibilidade de comunicação com sistema para compra de créditos para água e controle de consumo;
- Desenvolvimento de aplicativo para consulta dos clientes quanto ao seu próprio consumo em tempo real e compra de créditos para água;

- Elaboração e aplicação de metodologia para conscientização da população quanto ao **consumo de água** e capacitação sobre **orçamento domiciliar e controles financeiros**;
- Avaliação da efetividade das ações na **redução do consumo, inadimplência e perdas** na região selecionada;
- Avaliação da **aceitação e adaptação da população** quanto ao novo sistema.

7.3. HIDRÔMETROS INTELIGENTES E INTERNET DAS COISAS NA MICROMEDIÇÃO

A COPASA, assim como as demais concessionárias de saneamento, vem buscando a transformação digital de seus processos operacionais e comerciais, incluindo a medição e leitura do consumo dos clientes. Existem no mercado uma série de dispositivos que, acoplados a um hidrômetro comum (seja ele mecânico, velocimétrico ou ultrassônico) permitem o envio dos dados de consumo dos clientes utilizando tecnologias de comunicação como LoRa, 3G ou 4G. No entanto, o custo desses dispositivos no Brasil ainda impede sua utilização de forma generalizada, uma vez que ainda se apresentam mais caros do que o processo de leitura usual com a utilização de mão de obra e deslocamento até o cliente.

Além disso, a lógica do processo de medição permanece inalterada, sem que existam inovações tecnológicas recentes nos dispositivos de medição de fato, apenas sua conjunção com novas formas de comunicação e dispositivos de *IoT*. E os hidrômetros convencionais são vulneráveis à violação e fraude, com metodologias amplamente divulgadas e grande oferta de mão de obra para execução da irregularidade.

Proposta de projeto: Desenvolvimento de um um p**rotótipo dispositivo de medição de consumo remoto** inovador, que seja invulnerável a fraudes por clientes (ou que, pelo menos, reduza significativamente a vulnerabilidade e incidência), e com envio de dados de consumo para os sistemas da COPASA MG. O dispositivo deve ser validado junto ao INMETRO e sua utilização e efetividade testada em laboratório e em campo.

Para o desenvolvimento do projeto descrito, estão alocados recursos da ordem de R$500 mil, com o prazo de desenvolvimento de até 24 meses.

8 LOGÍSTICA, GESTÃO DE FORNECEDORES E CONTROLE DE QUALIDADE

Os processos relacionados à gestão da cadeia de suprimentos são importantes para a capacidade competitiva de qualquer empresa. Na COPASA MG, eles impactam desde a disponibilidade de produtos químicos para o tratamento de água até as viagens de empregados a serviço e a gestão da frota veicular. São processos complexos, considerando toda a área de abrangência da Companhia e a diversidade de insumos necessários para o bom desempenho de suas atividades. A otimização desses processos pode impactar de maneira significativa os custos operacionais da Companhia, bem como os impactos ambientais causados, como a redução das emissões de GEE.

O bom relacionamento com os fornecedores, que é baseado na transparência de informações, são prioridades competitivas para garantir a qualidade dos produtos e serviços recebidos. Ainda, a análise, o fomento e desenvolvimento dos mercados pode promover a melhoria da qualidade dos fornecedores, bem como aumentar o potencial de inovação nos produtos e serviços entregues para a Companhia.

Por fim, o processo de controle de qualidade é o último passo para a garantia de que os produtos e serviços entregues atendem aos padrões desejados quando da compra, de forma que a qualidade dos serviços prestados pela Companhia e a vida útil de seus ativos podem ser significativamente impactadas.

A modernização desses processos, com a utilização de tecnologias e soluções digitais, é imprescindível para a melhoria dos serviços prestados pela Companhia, redução de custos operacionais e aumento da sustentabilidade empresarial.

8.1 TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Assim como os demais processos da COPASA MG, os processos relacionados à gestão da cadeia de suprimentos vem passando por modernizações devido a digitalização. Essas modernizações são comuns na indústria, de forma geral, e são fontes de vantagens competitivas para qualquer empresa.

Na COPASA MG busca-se, com a modernização dos processos relacionados à gestão da cadeia de suprimentos, a redução dos custos operacionais, e dos impactos ambientais associados, além de estimular o desenvolvimento de fornecedores, fortalecendo o relacionamento da Companhia e fomentando a inovação tecnológica e a sustentabilidade.

Propostas de projetos: **Otimização das operações logísticas** com o uso de técnicas, conceitos e tecnologias da **indústria 4.0**. São propostas de projetos:

- Desenvolvimento de **modelos preditivos e inteligência artificial** para estimar com antecedência e precisão a **demanda** pelos principais insumos da companhia de forma a otimizar a gestão e controle de estoques;
- Desenvolvimento de **algoritmo de inteligência artificial** para **delimitação de rotas mais eficientes** e seguras, minimizando riscos de percurso;
- **Piloto de utilização de realidade aumentada** no processo de **inspeção e análise de qualidade** de produtos críticos para a Companhia;
- Análise do **desempenho de fornecedores**, utilizando técnicas de Big Data com o banco de dados e registros dos contratos da companhia, aliada às avaliações para subsidiar os processos de decisão, principalmente no decorrer de processos administrativos punitivos e novos processos licitatórios.

Para o desenvolvimento dos projetos propostos, estão alocados recursos da ordem de R$650 mil, com o prazo de desenvolvimento de até 12 meses.

8.2 SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Impulsionada pela agenda ESG, a COPASA MG vem buscando boas práticas, através de *benchmarkings*, e avaliando e executando ações para promoção da gestão da cadeia de suprimentos sustentável. Quando utilizada com alinhamento a gestão e desenvolvimento dos fornecedores, é possível obter inovações voltadas para a sustentabilidade, sejam na forma de novos produtos ou melhorias nos produtos existentes para promoção de impactos e benefícios nas esferas econômica, social e ambiental.

Proposta de projeto: Avaliação do impacto da **adoção de critérios de sustentabilidade**, considerando o ciclo de vida dos produtos (origem da matéria prima, produção, consumo de energia elétrica, embalagem, distribuição, descarte), certificações, logística reversa, etc, sobre o fornecimento de produtos e serviços estratégicos para a companhia, de forma a **delimitar os parâmetros ótimos** para melhorar a qualidade dos produtos e serviços.

Proposta de projeto: **Avaliação de diferentes modalidades de contratação** para o incentivo a sustentabilidade e inovação, de forma a definir metodologia adequada para a COPASA MG para a aplicação dos conceitos de compra sustentável.

Proposta de projeto: Avaliação dos **impactos** de implantação de **plano de logística sustentável**.

Para os projetos propostos nos quadros são alocados recursos da ordem de R$ 450 mil com prazo de desenvolvimento de 12 meses cada.

ALIANÇA ESTRATÉGICA ESGOTO

A Aliança Estratégica COPASA - UFMG - CRETES é um projeto estratégico para a companhia que visa o aumento da capacidade tecnológica e a criação de ambiente promotor de inovação. São previstos dentro da aliança mais de 20 subprojetos associados aos objetivos específicos apresentados na página 40. Cada subprojeto é parte essencial para o alcance dos objetivos propostos, havendo continuidade e conexão entre eles, sendo necessário o entendimento do contexto da Aliança como um todo e não apenas dos subprojetos.

Este capítulo apresenta o escopo dos subprojetos previstos. Salienta-se que a Aliança Estratégica é um instrumento que permite a inclusão de novos subprojetos e parceiros ao longo de sua execução e a flexibilização da execução dos subprojetos e cronogramas previstos. Dessa maneira, podem ser alterados ou incluídos os subprojetos desde que em atendimento aos objetivos da Aliança.

Objetivo específico 1: Desenvolver pesquisas sobre o gerenciamento e a valoração do subproduto líquido (efluente tratado) em ETEs

1.1 Avaliação técnica de projeto, construção e operação de diferentes ETEs.

Prevê-se a realização de avaliação técnica em 12 ETEs, representativas das diferentes tecnologias de tratamento adotadas pela COPASA, contemplando 3 atividades preliminares, a saber: i) análise das condições de projeto e construção das ETEs; ii) levantamento e sistematização de dados de monitoramento e

operacionais para consolidação de indicadores (produção de sólidos e areia, produção de lodo, produção de biogás etc.) e análise global de desempenho operacional; e iii) visita técnica em campo. A partir destas atividades, serão traçadas linhas prioritárias de pesquisa para o gerenciamento e valoração do efluente tratado.

1.2 Avaliação de tecnologias para a remoção de nitrogênio amoniacal

Em vista da iminente necessidade de adaptação de processos de tratamento de esgoto com o objetivo de remoção sistemática de nitrogênio amoniacal, serão pesquisadas as alternativas para o retrofitting de ETEs existentes, bem como a prospecção de soluções adequadas aos diferentes contextos ambientais e socioeconômicos do estado de Minas Gerais. Aspectos associados à confiabilidade de processos biológicos e principais fatores intervenientes, grau de maturação tecnológico, necessidade de investimentos para implantação e operação (CAPEX e OPEX) e adaptabilidade à remoção de nitrogênio total e, eventualmente, fósforo, serão contextualizados.

Objetivo específico 2: Desenvolver pesquisas sobre o gerenciamento e a valoração de subprodutos sólidos (escuma e lodo) em ETEs.

2.1 Caracterização de óleos e graxas no esgoto afluente a diferentes ETEs

A acumulação de escuma em reatores UASB está associada às características do esgoto bruto, notadamente em relação à presença de detritos e de óleos e graxas. A inadequada remoção

destes materiais no tratamento preliminar permite que os mesmos flotem e se acumulem no interior dos reatores, constituindo a "escuma". Nesse sentido, o subprojeto 2.1 tem como objetivo consolidar informações atinentes à caracterização de óleos e graxas (O&G) em diferentes ETEs, visando a obtenção de dados de forma regionalizada. Será realizado o levantamento e sistematização de resultados operacionais de concentrações de O&G no esgoto afluente a diferentes ETEs e de desempenho de unidades de remoção de O&G no tratamento preliminar, contemplando resultados de caracterização obtidos em subprojetos prévios, tal como o subprojeto 1.1.

2.2 Avaliação de desempenho de unidade piloto/demonstração de remoção de óleos e graxas

Após a realização da caracterização de óleos e graxas no esgoto afluente a diferentes ETEs no âmbito do subprojeto 2.1, o desempenho de uma unidade piloto/demonstração a ser fornecida por algum fabricante será avaliado. Tal subprojeto visa analisar criticamente a necessidade de uso de unidades de remoção de O&G nas ETEs da COPASA e das atuais diretrizes de projeto para essas unidades.

2.3 Aprimoramento de sistemas de remoção de escuma e lodo (STM modular, sensor, automação)

A maioria expressiva das ETEs apresenta problemas de gerenciamento dos subprodutos sólidos gerados durante o tratamento de esgoto, notadamente o lodo e a escuma. Sistemas de gerenciamento de lodo e escuma mal concebidos têm resultado em problemas operacionais e de perda de eficiência do sistema de tratamento de forma global. Nesse contexto, serão realizadas as seguintes atividades, a fim de se avaliar de forma integrada questões de interesse relacionadas à fase sólida em ETEs:

i) aprimoramento, teste e validação de sensor ultrassônico de sólidos em escala plena; ii) análise da viabilidade técnica de uso de válvulas motorizadas para descarte de escuma e de lodo; iii) adaptação/ampliação de diretrizes de separadores trifásicos modulares, contemplando especificações de validação do sensor ultrassônico de sólidos; e iv) consolidação dos resultados obtidos nas atividades realizadas em um documento com diretrizes para utilização conjunta de separadores trifásicos modulares e sensor ultrassônico de sólidos em escala plena.

2.4 Aprimoramento do gerenciamento de lodo por meio da utilização de software

Esse subprojeto tem como objetivo aprimorar e ampliar o escopo da ferramenta computacional – SIG Lodo (Sistema Integrado para o Gerenciamento de Lodo), a fim de contemplar ETEs que adotam reatores UASB seguidos por filtros biológicos percoladores (FBP) ou lodos ativados, tanto em estágio de projeto como de operação.
O desenvolvimento da ferramenta computacional será realizado em 5 etapas: i) organização das variáveis, parâmetros e equações de interesse em planilha Excel para subsidiar o desenvolvimento da ferramenta computacional; ii) elaboração de telas modelos no powerpoint, indicando como as variáveis devem estar dispostas nas telas, para orientar o desenvolvimento da sequência de programação; iii) programação e implementação da ferramenta computacional; iv) testes das funcionalidades e validação da ferramenta pelo usuário; e v) elaboração de manual de utilização. A ferramenta ainda permite a sistematização de dados de monitoramento das fases líquida e sólida para a análise do desempenho global da ETE.

2.5 Pré-tratamento/condicionamento de lodo secundário e/ou biomassa algal para digestão em reatores UASB visando o aumento da produção de biogás

Esse subprojeto tem como objetivo avaliar as melhores condições para o pré-tratamento de microalgas em coletores solares em vistas à codigestão anaeróbia com esgoto bruto em reatores UASB. O desenvolvimento desse subprojeto será realizado em 4 etapas: i) operacionalização de lagoas de alta taxa, como pós-tratamento de efluente de reator UASB com escalas compatíveis, assim como operacionalização de coletores solares para o pós-tratamento dessas microalgas; ii) caracterização detalhada das microalgas presentes e predominantes no sistema; iii) realização de testes de potencial metanogênico para o esclarecimento das melhores proporções de mistura entre microalgas (com e sem pré-tratamento) com esgoto bruto, em condições anaeróbias; e iv) elaboração de um relatório com os resultados consolidados dos testes realizados.

2.6 Análise conceitual da viabilidade de aproveitamento de areia recuperada em unidades de tratamento preliminar para diferentes fins

Considerando aspectos de sustentabilidade, o aproveitamento da areia removida no tratamento preliminar reduziria a necessidade de extração de areia de cursos d'água, bem como sua disposição final em aterros sanitários. A areia recuperada apresenta características adequadas para ser utilizada como agregado miúdo, na incorporação em argamassas para revestimento e preparação de concreto não estrutural para a construção civil. Adicionalmente, existe a possibilidade de utilização dessa areia como material de reposição em leitos de secagem de lodo da própria ETE ou de outras estações de tratamento em sua circunvizinhança. Dentro desse contexto, nesse subprojeto serão analisados, de forma conceitual, os possíveis usos para a areia recuperada em unidades de tratamento preliminar, as respectivas vantagens e desvantagens, bem como a viabilidade de cada rota de aproveitamento desse subproduto.

Objetivo específico 3: Desenvolver pesquisas sobre o gerenciamento e a valoração dos subprodutos gasosos (biogás, emissões odorantes e de efeito estufa) em pontos estratégicos do sistema de coleta e transporte de esgoto e em ETEs.

3.1 Gerenciamento de emissões odorantes no sistema de esgotamento sanitário

Um aspecto bastante relevante e ainda pouco considerado no projeto e implantação de ETEs no Brasil relaciona-se às emissões difusas de gases odorantes nas unidades de tratamento. Nesse sentido, o presente subprojeto visa a caracterização de emissões odorantes (sulfeto de hidrogênio) em diferentes unidades de sistemas de esgotamento sanitário (rede coletora, estações elevatórias e nas unidades de tratamento), de forma a permitir o conhecimento mais aprofundado dessa problemática e subsidiar tomadas de decisões em futuros projetos. Esse subprojeto consistirá nas atividades descritas a seguir: i) planejamento logístico de visitas e medições em locais situados na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH); ii) realização de campanhas em cada local para medições das concentrações de H2S em campo, a fim de avaliar as variações horárias e sazonais; e iii) elaboração de mapas de odores a cada campanha de medição, a fim de avaliar as variações de concentração de sulfeto de hidrogênio conforme a distância do ponto de emissão. Ao término das atividades, os resultados obtidos serão consolidados em um estudo contemplando ainda a proposição de soluções, a fim de minimizar emissões odorantes no sistema de esgotamento sanitário.

3.2 Diagnóstico de emissões de GEEs no sistema de tratamento de esgoto

Gases de efeito estufa tais como metano (CH4) e óxido nitroso (N2O) são potencialmente formados no processo de tratamento de esgoto. O N2O, gás gerado nos processos de conversão biológica de nitrogênio no tratamento de esgotos, tem potencial de aquecimento global 265 vezes superior ao dióxido de carbono (escala temporal de 100 anos). Uma vez que informações relacionadas à geração de CH4 e N2O são escassas, sobretudo os fatores de emissão de N2O associados ao tratamento de esgoto são escassas, o subprojeto 3.2 visa realizar o diagnóstico de emissões GEE em duas ETEs localizadas na RMBH e propor estratégias para mitigação das emissões.

3.3 Determinação de indicadores de produção de biogás e metano em ETEs de diferentes portes

A recuperação de energia a partir do biogás encontra-se ainda nos primeiros estágios no Brasil, e a grande maioria das ETEs ainda não aproveita de forma efetiva o potencial energético desse subproduto. No entanto, o elevado poder calorífico do metano, seu principal constituinte, traz um grande interesse no aproveitamento do biogás. Nesse sentido, a compreensão das perdas de potencial energético pela dissolução do metano no efluente líquido de reatores UASB e o efeito de variações sazonais na produção de biogás são aspectos de essencial relevância para a melhoria na eficiência energética e o aproveitamento de biogás em sistemas de tratamento de esgoto. Essa etapa tem como intuito a avaliação, em ETEs de diferentes portes, dos principais parâmetros (p.ex.: vazão de esgoto, demanda química de oxigênio - DQO, vazão e composição de biogás), que podem influenciar a quantidade e a qualidade do biogás gerado.

De posse desses dados, serão analisados os fatores que influenciam a produção e as características do biogás, tendo como meta o estabelecimento de relações unitárias de produção de metano por: i) volume de esgoto tratado; ii) carga de DQO afluente; iii) equivalente populacional etc. Ademais, procurar-se-á estabelecer correlações com fatores que podem influenciar tanto a produção quanto a coleta de biogás, a exemplo da temperatura, do tipo e do sistema de vedação de separador trifásico, do regime de chuvas no período, entre outros.

3.4 Aprimoramento de técnicas de amostragem, caracterização e remoção de siloxanos presentes no biogás de ETEs a fim de possibilitar o aproveitamento energético

Nos últimos anos tem ganhado destaque a problemática relacionada à presença de siloxanos no biogás de ETEs. Estes compostos são oxidados sob elevada temperatura e formam um depósito de sílica, o qual danifica equipamentos utilizados na geração de energia. Neste contexto, esta etapa visa o aprimoramento de técnicas analíticas aplicadas na amostragem e quantificação de siloxanos em biogás, assim como no desenvolvimento de sistemas de purificação de biogás. O escopo compreende as seguintes atividades: i) estabelecimento de protocolos de amostragem de siloxanos diretamente na linha de gás e no reservatório de biogás de duas estações de tratamento de esgoto; ii) desenvolvimento de metodologia analítica simplificada para quantificação de siloxanos presentes no biogás; e iii) elaboração de um estudo com a compilação dos resultados obtidos nas atividades realizadas.

3.5 Avaliação de alternativas de aproveitamento energético em ETEs com diferentes fluxogramas de tratamento

Tal como caracterizado anteriormente, a recuperação de energia a partir do biogás ainda é incipiente no Brasil, posto que este gás é simplesmente queimado antes do lançamento para a atmosfera e, em muitas situações, lançado diretamente sem a etapa de combustão, incrementando a pegada de carbono da ETE. Esta etapa guarda estreita interface com o objetivo específico 3 e propõe-se a avaliar sistemas de aproveitamento energético em ETEs com diferentes fluxogramas de tratamento a partir das seguintes atividades: i) avaliação das fases líquida, sólida e gasosa de diferentes sistemas de aproveitamento energético, a partir da determinação de balanços de DQO, de sólidos ede energia nos sistemas investigados; ii) análise de viabilidade técnica, ambiental e econômico financeira dos fluxogramas avaliados; e iii) elaboração de matrizes tecnológicas para auxílio em processos de tomada de decisão.

Objetivo específico 4: Desenvolver pesquisas sobre o potencial de aproveitamento de subprodutos sólidos, líquidos e gasosos, de forma integrada e regionalizada no estado de Minas Gerais.

4.1 Avaliação do potencial de uso do biossólido em atividades agrossilvipastoris

As atividades associadas ao subprojeto 4.1 estão relacionadas ao desenvolvimento de uma estrutura de avaliação do potencial de uso do biossólido em atividades agrossilvipastoris. Tal estrutura contempla: i) análise de oferta e demanda por biossólido; ii) mapeamento de áreas aptas para as unidades de planejamento selecionadas (município ou microrregião); iii) avaliação de aspectos sociais relacionados à aceitação do biossólido; e iv) análise econômica preliminar para seleção de tecnologia para higienização do lodo.

Importante mencionar que no âmbito da avaliação de tecnologias para higienização do lodo deverão ser cotejadas alternativas para o uso integrado dos subprodutos, a exemplo da secagem térmica a partir do biogás, aproveitamento do efluente líquido para o umedecimento de pilhas de compostagem, dentre outros. A fim de subsidiar as discussões técnicas e eventuais tomadas de decisão atinentes aos aspectos administrativos e gerenciais da COPASA (p. ex.: seleção de tecnologia para higienização e possibilidades de parcerias para viabilizar a prática em larga escala), está proposto a realização de um seminário com especialistas externos e um workshop em cada ETE selecionada. O desenvolvimento da estrutura proposta, bem como sua validação, será baseado em dois estudos de casos, conduzidos preferencialmente em diferentes condições regionais e de porte de ETEs. Considerando o estabelecimento e validação da estrutura de avaliação do potencial de aproveitamento do biossólido, o próximo passo refere-se ao delineamento experimental de duas unidades piloto de uso deste subproduto em solos, seguido da sua implantação e monitoramento.

4.2 Projeto modelo de aplicação de lodo em solo para subsidiar a elaboração de um plano diretor de uso de lodo em solo em MG

Considerando as informações obtidas no subprojeto 4.1, propõe-se neste subprojeto o desenvolvimento de unidades piloto para o aproveitamento do biossólido em cada uma das duas ETEs indicadas pela COPASA. Pretende-se com este subprojeto obter experiência acerca de aspectos técnicos, operacionais e administrativos a fim de subsidiar o desenvolvimento de projetos modelo em maior escala, passíveis de serem aplicados em diversas outras ETEs da COPASA. Diante do exposto, o escopo compreende: i) protocolo de monitoramento de biossólido; ii) manual de higienização considerando a tecnologia selecionada no subprojeto 4.1; iii) implantação e acompanhamento da unidade piloto de

aproveitamento de biossólido; e iv) relatório técnico com os principais resultados alcançados após o período de acompanhamento.

4.3 Avaliação de métodos de fertirrigação e proposição de diretrizes para aplicação de água para reúso em atividades agrossilvipastoris

Este subprojeto tem como objetivo avaliar dois métodos de fertirrigação (gotejamento e aspersão convencional), considerando diferentes níveis de qualidade/tratamento do efluente, especificamente no que tange ao desempenho dos sistemas de aplicação, questões operacionais e risco microbiológico. O escopo compreende: i) planejamento e implantação de aparato experimental (local a ser definido juntamente com a COPASA); ii) operação e monitoramento do aparato experimental; iii) avaliação quantitativa de risco microbiológico; e iv) diretrizes para utilização de cada tipo de método avaliado.

4.4 Auxílio a tomada de decisão para propostas de reúso de água, em ETEs específicas, em vias de se concretizarem

Este subprojeto compreende a análise crítica de projeto(s) ou proposta(s) de aproveitamento de efluente de determinada(s) ETE(s) da COPASA. Vale destacar que este subprojeto está atrelado a eventuais demandas a serem apresentadas pela COPASA (até o presente momento não há demanda concretizada), de tal forma que o detalhamento deste escopo está associado às particularidades destas demandas e compatibilização com demais subprojetos previstos no âmbito da Aliança Estratégica. Adicionalmente, o auxílio a tomada de decisão contempla a análise técnica a fim de verificar se a tecnologia é adequada para a finalidade de aproveitamento proposta, não contemplando aspectos econômicos, ambientais e sociais.

4.5 Mapeamento de oferta e demanda por água para reúso, lodo (biossólido) e biogás (aproveitamento energético) de forma integrada

Este subprojeto tem como objetivo mapear a oferta e demanda por subprodutos do tratamento do esgoto, especificamente o efluente tratado (reúso de água), o lodo (biossólido) e o biogás, nas regiões de atuação da COPASA. No que se refere ao reúso de água, propõem-se analisar, além da oferta vs. demanda, áreas potenciais de uso agrícola, considerando, por exemplo, áreas irrigadas, tipos de solo, entre outros. Em relação ao uso do biossólido, propõem-se analisar, além da oferta vs. demanda, áreas aptas à aplicação do biossólido no solo. Quanto ao biogás, propõem-se analisar o potencial para o aproveitamento energético deste subproduto. Na medida do possível, estas análises serão conduzidas de forma integrada de acordo com as regiões de interesse (p. ex.: bacias hidrográficas).

4.6 Ferramenta de balanço de carbono e energia (software) considerando aspectos econômicos

Esse subprojeto tem como objetivo aprimorar e ampliar o escopo da ferramenta computacional “Balanço de carbono e energia em plantas anaeróbias”, a fim de contemplar a inserção de rotina para análise de custos. O aprimoramento e ampliação da ferramenta computacional será realizado em 5 etapas: i) organização das variáveis, parâmetros e equações de interesse em planilha Excel para subsidiar a complementação da ferramenta computacional; ii) elaboração de telas modelos no powerpoint, indicando como as variáveis devem estar dispostas nas telas, para orientar o desenvolvimento da sequência de programação; iii) programação e implementação da ferramenta computacional; iv) testes das funcionalidades e validação da ferramenta pelo usuário; e v) elaboração de manual de utilização.

A ferramenta permitirá, a partir da geração de gráficos e indicadores de desempenho, a comparação de diferentes tipologias de tratamento de esgoto e de diferentes técnicas de controle de emissões gasosas e de aproveitamento energético em relação aos seguintes indicadores: pegada de carbono; balanço energético e custos ao valor presente.

Objetivo específico 5: Desenvolver pesquisas sobre soluções apropriadas para ETEs descentralizadas e de pequeno porte.

5.1 Avaliação de diferentes fluxogramas para ETEs descentralizadas e de pequeno porte sob a perspectiva técnico-econômica-ambiental

No que se refere à avaliação de alternativas de tratamento de esgoto para sistemas descentralizados e de pequeno porte, será realizada uma avaliação técnico-econômica de diferentes fluxogramas de tratamento adequados às distintas realidades do estado de Minas Gerais, a saber: i) sistemas de lagoas de estabilização; ii) sistemas de aplicação no solo; iii) reatores UASB seguidos de lagoas de alta taxa (com e sem codigestão da biomassa algal); iv) reatores UASB seguidos de filtro biológico percolador (com e sem decantador secundário); e v) reatores UASB seguidos de lagoa de polimento. A avaliação dos fluxogramas de tratamento selecionados contemplará: vantagens e desvantagens das tecnologias avaliadas, custos de implantação, custos operacionais, demanda por área, emissões odorantes e de gases de efeito estufa, balanço de carbono e energia. Após a avaliação dos referidos aspectos, será elaborada uma matriz tecnológica atualizada considerando os fluxogramas trabalhados.

5.2 Avaliar alternativas para estações elevatórias em ETEs descentralizadas e de pequeno porte

Em relação à avaliação de alternativas para estações elevatórias em ETEs descentralizadas e de pequeno porte, esta etapa será realizada a partir de 3 atividades sequenciais: i) realização de workshop com especialistas e profissionais da área para discussão estruturada acerca de aspectos passíveis de aprimoramento de projeto, construção e operação, a fim de possibilitar o levantamento de melhorias necessárias; ii) consolidação das questões discutidas em um documento de diretrizes, contendo diferentes arranjos tecnológicos apropriados para a condição investigada; e iii) validação conceitual dos arranjos tecnológicos propostos em workshop com os atores envolvidos na discussão inicial, considerando ainda posicionamentos técnicos conclusivos acerca das principais tecnologias disponíveis.

Objetivo específico 6: Desenvolver programas de capacitação, construção e transmissão de conhecimento para profissionais do setor de saneamento

As atividades contempladas neste objetivo específico 6 estão associadas ao desenvolvimento de um programa de construção e transmissão de conhecimento relacionado à temática de esgotamento sanitário. As estratégias a serem abordadas no referido programa incluem principalmente: i) oficinas de capacitação; ii) fóruns técnicos; iii) elaboração de diretrizes/protocolos operacionais; e iv) sensibilização dos usuários.

Todas as atividades serão realizadas pelo menos uma vez anualmente para públicos diversos e eventualmente abrangerão também os resultados dos subprojetos já concluídos.

Objetivo específico 7: Revitalizar e transformar o Centro de Pesquisa e Treinamento em Saneamento em um ambiente promotor de inovação no setor de saneamento, com vistas ao desenvolvimento e teste de soluções tecnológicas para o setor de saneamento, considerando a validação e homologação de tecnologias

O objetivo específico 7 visa a completa revitalização do atual Centro de Pesquisa e Treinamento em Saneamento (CePTS) UFMG/COPASA, a fim de configurá-lo em um ambiente promotor de inovação que possibilite:

- A disponibilização da infraestrutura para o desenvolvimento de pesquisas e produção de material didático instrucional sobre recuperação e valoração dos subprodutos do tratamento de esgoto.
- A disponibilização da infraestrutura para capacitação de projetistas, construtores e operadores de ETEs Sustentáveis.
- A disponibilização da infraestrutura para visitas técnicas guiadas para tomadores de decisão, empresas, profissionais do setor de saneamento, outros prestadores de serviço de saneamento, comunidade científica e estudantes em geral.
- A promoção do desenvolvimento e teste de soluções tecnológicas para o setor de saneamento, considerando a validação e homologação de tecnologias.

Para tanto, será elaborado um Plano Diretor do CePTS em colaboração com as instituições participantes da Aliança Estratégica.

Cabe ressaltar que pesquisas experimentais vinculadas aos objetivos específicos 1 a 6 deste Plano de Trabalho (ver item 3.1) estão facultadas, quando aplicáveis, a serem conduzidas no CePTS.

inova
COPASA

COPASA

ARSAE-MG
AGÊNCIA REGULADORA