

Pesquisa e Desenvolvimento
Janeiro | 2022

P&D

Conheça os projetos de P&D que estão sendo desenvolvidos pela Santo Antônio Energia

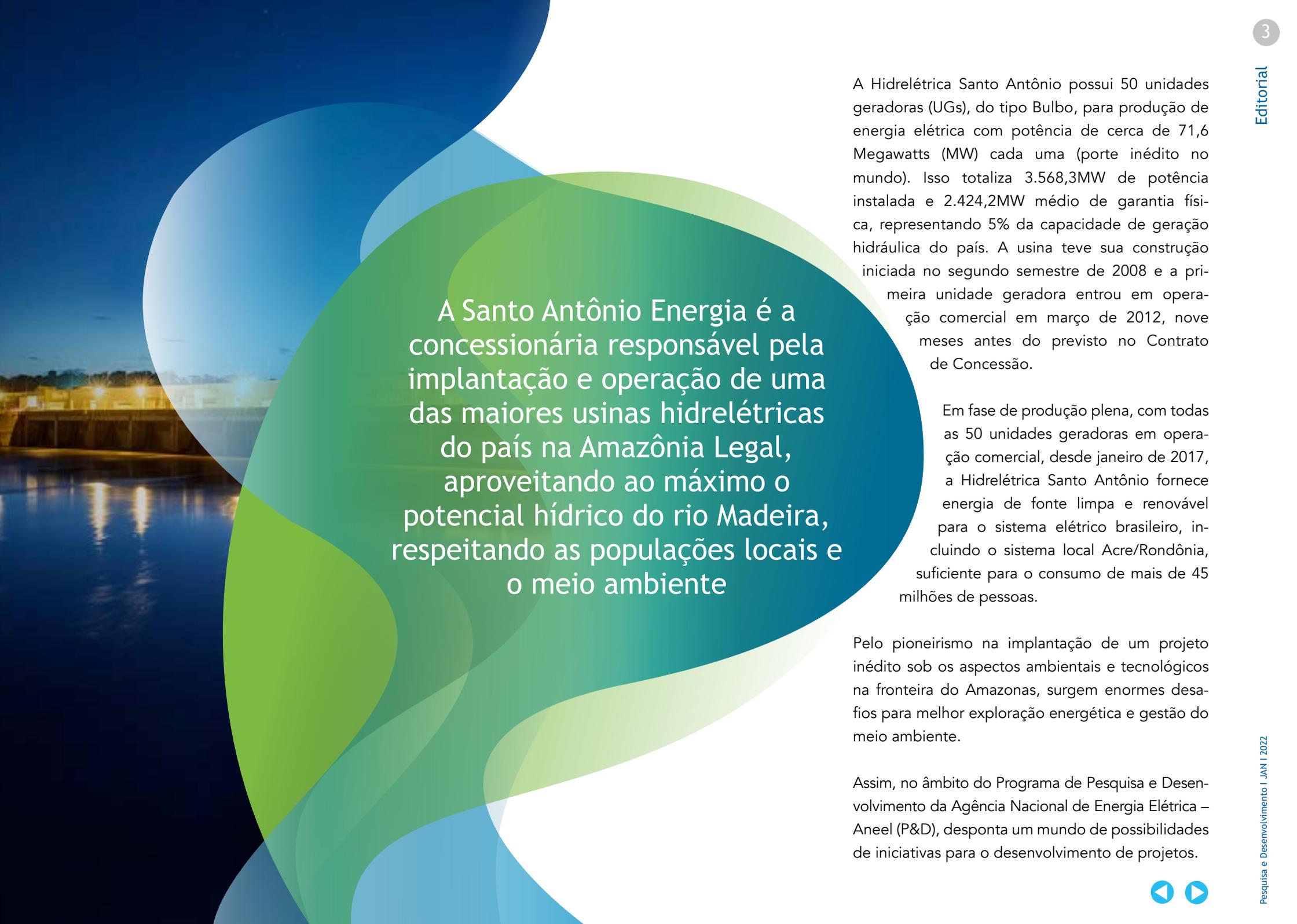
- ▶ Editorial
- ▶ Mensagem do Presidente
- ▶ Mensagem do Diretor
- ▶ Projeto Gestão do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor Elétrico
- ▶ Análise de Falhas
- ▶ Despacho Ótimo
- ▶ FID
- ▶ Mansonia
- ▶ Revestimento das Pás
- ▶ Robô para Inspeção e Limpeza de Soleiras
- ▶ Transformadores-elevadores
- ▶ Mensagem do Diretor

Expediente:

Esta publicação é uma iniciativa da Diretoria Comercial e Regulatória, coordenada pela área de Gestão de Pesquisa & Desenvolvimento da Santo Antônio Energia.

- Diretor-Presidente: **Daniel Faria Costa** • Diretor Comercial e Regulatório: **Ricardo Barbi Costa**
- Gerente da área de Pesquisa e Desenvolvimento: **Luiz Fernandes de Castro Júnior**
- Coordenação da publicação: **área de Comunicação da Santo Antônio Energia**
- Conteúdo: **Leonardo Madella, Leticia Mota e Saionara Vidal.** • Projeto Gráfico, diagramação e revisão: **Nós da Comunicação**





A Santo Antônio Energia é a concessionária responsável pela implantação e operação de uma das maiores usinas hidrelétricas do país na Amazônia Legal, aproveitando ao máximo o potencial hídrico do rio Madeira, respeitando as populações locais e o meio ambiente

A Hidrelétrica Santo Antônio possui 50 unidades geradoras (UGs), do tipo Bulbo, para produção de energia elétrica com potência de cerca de 71,6 Megawatts (MW) cada uma (porte inédito no mundo). Isso totaliza 3.568,3MW de potência instalada e 2.424,2MW médio de garantia física, representando 5% da capacidade de geração hidráulica do país. A usina teve sua construção iniciada no segundo semestre de 2008 e a primeira unidade geradora entrou em operação comercial em março de 2012, nove meses antes do previsto no Contrato de Concessão.

Em fase de produção plena, com todas as 50 unidades geradoras em operação comercial, desde janeiro de 2017, a Hidrelétrica Santo Antônio fornece energia de fonte limpa e renovável para o sistema elétrico brasileiro, incluindo o sistema local Acre/Rondônia, suficiente para o consumo de mais de 45 milhões de pessoas.

Pelo pioneirismo na implantação de um projeto inédito sob os aspectos ambientais e tecnológicos na fronteira do Amazonas, surgem enormes desafios para melhor exploração energética e gestão do meio ambiente.

Assim, no âmbito do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel (P&D), desponta um mundo de possibilidades de iniciativas para o desenvolvimento de projetos.



Por essa razão, a Santo Antônio Energia constituiu este relatório em 2021, reunindo seus projetos de P&D em andamento, que contemplam os temas: gestão de bacias e reservatórios, meio ambiente, segurança, planejamento e operação, supervisão, controle e proteção de sistemas de energia elétrica. Todos vêm recebendo investimentos de P&D em conformidade com as diretrizes, linhas de pesqui-

sas e o montante de investimento regulados pela Aneel, conforme a Lei 9.991/2000 que determina que os segmentos de geração e transmissão de energia têm a obrigação de investir 1% em projetos de P&D.

Em março de 2021, a Aneel divulgou uma Resolução Normativa que regulamentou o artigo 1º da Lei nº 14.120/2021, decorrente da conversão da Medida Provisória nº 998/2020, e que determina que os recursos não comprometidos com projetos de P&D e EE contratados ou iniciados até 1º/9/2020, assim como aqueles relativos a projetos reprovados ou cuja execução não tenha sido comprovada, devem ser destinados à CDE em favor da modicidade tarifária entre 1º/9/2020 e 31/12/2025.

Para viabilizar tais projetos, a Companhia mantém parcerias com agências, instituições, universidades, *startups* e empresas que apresentam interesses e objetivos comuns.

No decorrer desta publicação figuraram todos os envolvidos que mergulharam em pesquisas e intensos estudos junto a gestores e equipes da Santo Antônio Energia, com destaque para a relevante contribuição da Diretoria de Operações. O compromisso e o esforço de cada um contribuem para a melhoria da eficiência operacional da usina, com resultados mensuráveis e

para a harmonia do meio ambiente, minimizando os impactos na qualidade da água, nas comunidades do entorno e em toda a sociedade.

A Diretoria Comercial e Regulatória coordena o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da Santo Antônio Energia. Para isso, foi implementada uma Política de Governança, em consonância com os valores da Companhia, para atender às diretrizes da regulamentação estabelecida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

Essa Política de Governança é disseminada por meio do Manual de Governança Corporativa para Pesquisa & Desenvolvimento – P&D. Sua finalidade é normatizar os procedimentos e oferecer orientações necessárias à Gestão do Programa de P&D, atendendo os requisitos: inovação tecnológica, originalidade, aplicabilidade, relevância e razoabilidade de custos, além de critérios da Aneel e procedimentos internos da Companhia.

A Santo Antônio Energia vai muito além de se enquadrar no rol das empresas que investem em Pesquisa e Desenvolvimento. A companhia estimula uma gestão voltada para a inovação, alinhada à eficiência operacional das usinas hidrelétricas, crescimento e eficiência, abarcando cultura, pessoas e ferramentas. Acima de tudo, tem como linha mestra atuar com transparência junto à sociedade e aos seus públicos de relacionamento.

Para viabilizar tais projetos, a Companhia mantém parcerias com agências, instituições, universidades, startups e empresas que apresentam interesses e objetivos comuns



O ano de 2021 foi atípico em muitos aspectos. A pandemia do coronavírus, sem precedentes na história, demandou dedicação, adaptação e, mais uma vez, resiliência de todos para continuarmos alcançando os objetivos desejados, tanto no âmbito profissional quanto no pessoal. E não poderia ser diferente com o programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Santo Antônio Energia, que também sofreu adequações para dar continuidade aos oito projetos que estão em desenvolvimento e são fruto de um trabalho conjunto entre nossos Integrantes, instituições de ensino e pesquisas e os órgãos reguladores do setor.

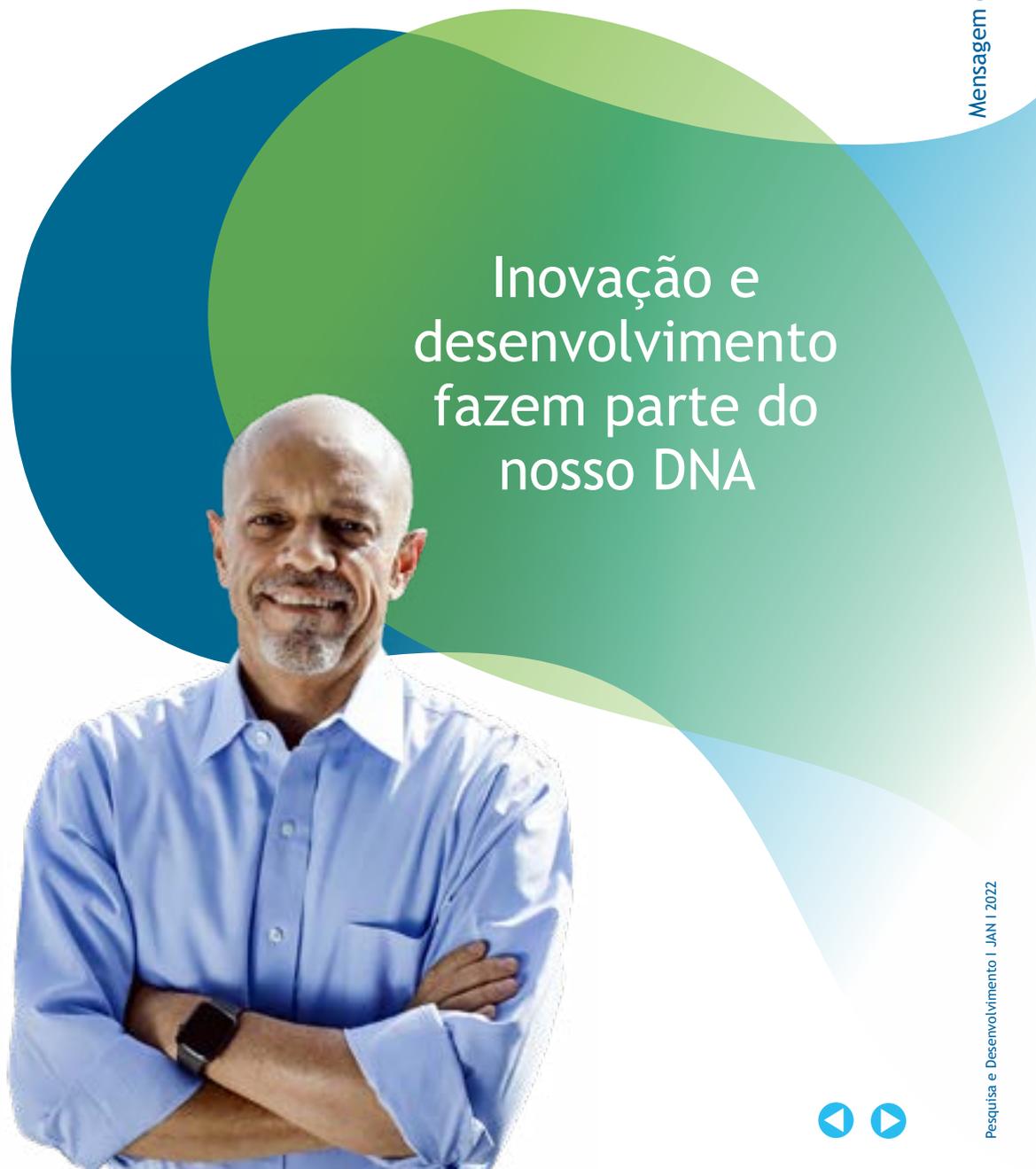
Como a primeira hidrelétrica de grande porte a fio d'água, construída na região Amazônica, sabemos da nossa importância na geração de energia limpa e renovável, como também da nossa responsabilidade socioambiental com a região de Rondônia. Por essa razão, entendemos que o investimento em projetos de P&D é fundamental para promover soluções para o setor que otimizem procedimentos, tragam benefícios e, conseqüentemente, permitam que a inovação seja percebida também em nosso empreendimento, assim como sejam alternativas para o setor elétrico brasileiro como um todo.

Por isso, esperamos que, ao conhecer melhor cada um desses projetos nesta revista, você possa compartilhar conosco do mesmo entendimento que nós temos de que as ideias inovadoras podem gerar resultados concretos e benefícios duradouros. E queremos ser lembrados, no futuro, por meio de nosso legado como uma empresa comprometida com as pessoas, com o meio ambiente, com a inovação, com os bons resultados e a sustentabilidade.

Boa leitura!

Daniel Faria Costa

Presidente



Inovação e
desenvolvimento
fazem parte do
nosso DNA

Integrantes e empresa cada vez mais preparados



Nós da Santo Antônio Energia entendemos que o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) é fundamental, não apenas para nossa empresa como também para os nossos Integrantes. Acreditamos que estimular o programa de P&D significa investir no potencial de nossas equipes, preparando-as para responder a desafios tecnológicos e propor soluções de inovação no dia a dia da nossa Companhia.

Afinal, se de um lado temos o compromisso com a Aneel de investir 1% da receita operacional líquida da Santo Antônio Energia em projetos inovadores para o setor elétrico brasileiro; do outro lado temos a oportunidade de criar e implementar projetos que podem gerar mais eficiência em diversos processos da usina como geração de energia, meio ambiente, segurança operacional dos ativos da empresa e, inclusive, na melhoria da produtividade.

E o melhor disso é que essas ideias inovadoras são pensadas para que tenham abrangência e aplicabilidade em todo o setor elétrico e a comunidade em geral. Ou seja: o que é bom pode e deve ser compartilhado para que os bons resultados alcancem o maior número possível de empresas e pessoas.

E nós nos orgulhamos muito dos projetos que estão sendo desenvolvidos aqui, por nosso time e com grandes parcerias. Porque em todos eles é possível reconhecer valores importantes para a Hidrelétrica Santo Antônio: ética, responsabilidade, comprometimento com o meio ambiente, sustentabilidade, criatividade, eficiência. Porque, muito além de atender à área regulatória e aos requisitos da Aneel, nossos projetos têm de beneficiar e otimizar o dia a dia da usina, além de proporcionar mais qualidade de vida às populações ribeirinhas e à sociedade em geral.

Aproveite a leitura!

Ricardo Barbi Costa

Diretor Comercial e Regulatório





Os projetos P&D
e sua importância
para o setor de
energia elétrica

Gerir de forma eficiente,
ou seja, atingindo os objetivos
e otimizando recursos.

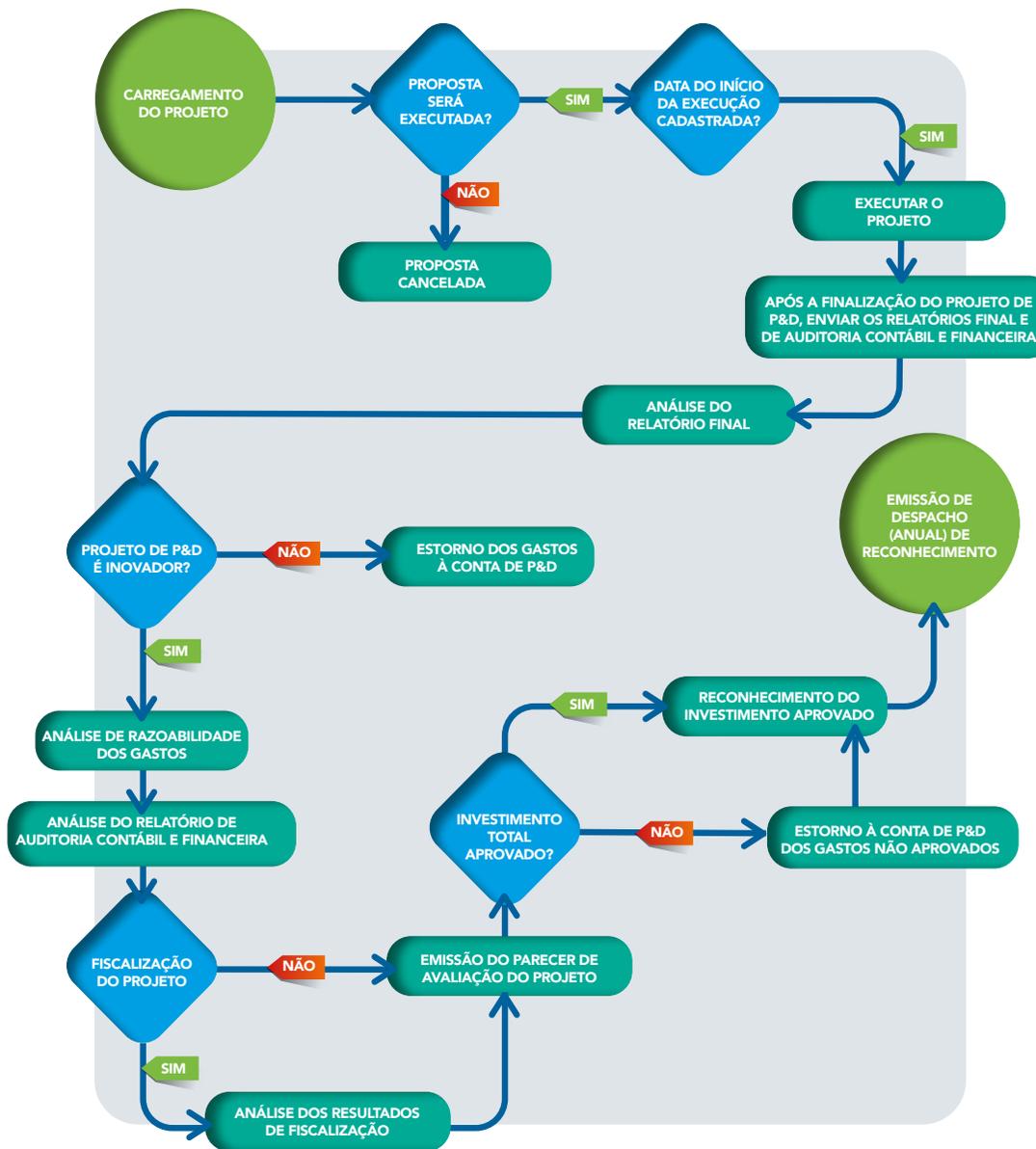


O Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) origina-se da lei nº 9.991/2000. Nela, está determinado que as empresas autorizadas, permissionárias e concessionárias do setor de energia elétrica devem aplicar, anualmente, um percentual de sua Receita Operacional Líquida (ROL) em P&D. A iniciativa existe desde 2000 e tem por objetivo investir em projetos inovadores e originais, que se mostrem perfeitamente aplicáveis, relevantes e economicamente viáveis para o setor elétrico brasileiro.

A resolução normativa aprovada pela Aneel, que regulamentou o artigo 1º da Lei nº 14.120/2021, separa em duas partes os recursos referentes ao P&D e EE administrados pela Agência. O segmento chamado de Passivo engloba os recursos não utilizados por projetos contratados até 1º/9/2020 ou iniciados por meio de ordem de serviço emitida até a mesma data. Desse montante, a Agência postula que deverão ser destinados à CDE, conjugando recursos de P&D e de EE, um total de R\$ 1,750 bilhão. O outro segmento, chamado de Corrente, é composto pelos recursos que serão recolhidos entre 1º/9/2020 e 31/12/2025. Nesse caso, a Aneel estabelece que as competências de abril até dezembro de 2021 irão considerar, mensalmente, repasses dos recursos dos meses de setembro de 2020 a janeiro de 2021.

Na Santo Antônio Energia, o Programa é gerido pela Diretoria Comercial e Regulatória que, por meio da Gerência Regulatória, executa os requisitos administrativos, financeiros e regulatórios estabelecidos pela Agência para a realização dos projetos de P&D. A vigência do Projeto de Gestão é bienal e o orçamento não deve ultrapassar dez por cento (10%) do investimento anual obrigatório em P&D, calculado com base na ROL apurada no período de janeiro a dezembro do ano anterior ao da submissão do projeto, limitado a dois milhões de reais.

Luiz Fernandes, gerente Regulatório e P&D, explica que a Aneel regulamenta a forma de investimento dos recursos destinados ao Programa de P&D por meio do **Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica**, que traz as diretrizes e procedimentos para a elaboração, submissão, avaliação das propostas e dos resultados obtidos, contabilização dos gastos e fiscalização da execução dos projetos de P&D. O processo de avaliação do projeto pode ser visualizado no infográfico ao lado:



Originalidade, relevância, aplicabilidade e razoabilidade dos custos são critérios que a Aneel determina para avaliar o projeto de P&D



Equipe dos Projetos de P&D

“Há vários requisitos e critérios de avaliação pela Agência, por isso, é tão importante o trabalho interno de acompanhar os gerentes de projetos e gerir com eles todas as etapas de elaboração de P&D, para garantir que todas as diretrizes e orientações do manual sejam cumpridas e o projeto, aprovado”, esclarece Luiz Fernandes.

Os resultados dos projetos são avaliados pela Agência, que considera os critérios de originalidade, aplicabilidade, relevância e razoabilidade dos custos. Para cada um deles, a Aneel atribui uma pontuação que determina a nota do projeto, definindo, assim, sua aprovação, total ou parcial, ou reprovação. Além de ser responsável pela avaliação, ela também fiscaliza a execução dos projetos para reconhecimento dos investimentos realizados.

Otimização na Gestão

Na Santo Antônio Energia, o Programa teve início em 2012 e, ao longo desse tempo, a Diretoria Comercial Regulatória desenvolveu ferramentas para proporcionar condições adequadas para a empresa gerir os recursos de P&D empregados. Luiz Fernandes, gerente Regulatório e P&D, destaca entre elas a elaboração do **Manual de Governança do Programa de P&D e o Sistema de Gestão de Pesquisa e Desenvolvimento (SGPD)** que são ferramentas de gestão do programa na empresa.

“A partir desses recursos, foi possível automatizar o processo dando maior eficiência e transparência na seleção, contratação e implantação dos projetos, acompanhamento do cronograma físico-financeiro e apropriações contábeis, tudo para perfeito atendimento a todos os requisitos exigidos pela Aneel”, esclarece Luiz.



Você sabia?

Por meio dos recursos deste projeto é possível custear horas de Integrantes da empresa (membros da equipe da gestão do Programa de P&D), realizar cursos de capacitação, promover seminários e *workshops*, desenvolver e adquirir ferramentas e equipamentos de tecnologia da informação, exclusivamente, para gestão dos projetos de Pesquisa & Desenvolvimento.

A Santo Antônio Energia apoia projetos de P&D porque sabe o quanto eles são importantes não só para a Companhia, mas também para a sociedade. Prova desse engajamento são alguns dos resultados alcançados.

- Gestão de 13 projetos de P&D
- 8 projetos finalizados
- 9 projetos em andamento
- Prospecção de mais de 30 projetos
- Investimento de mais de R\$ 80 milhões em projetos de P&D



Luiz Fernandes, gerente Regulatório e P&D





Predição de anomalias por meio de Inteligência Artificial facilita o trabalho da equipe de Operação & Manutenção e reduz custos

Inteligência Artificial aplicada a sistemas elétricos para diagnóstico de falhas

Tema da pesquisa:
Supervisão, controle e proteção de sistemas de energia elétrica

Fase da cadeia de inovação:
Desenvolvimento experimental



A tendência no mercado, cada vez mais, tem sido utilizar a Inteligência Artificial (IA) como uma aliada no empreendimento. Por isso, a fim de inovar, a Hidrelétrica Santo Antônio tem investido neste recurso como estratégia para melhorar os processos, otimizar os resultados e reduzir custos operacionais. A Inteligência Artificial é um campo da ciência que propõe estudar, desenvolver e utilizar *software* para realizar atividades humanas de maneira autônoma e de um modo inteligente.

A tendência no mercado, cada vez mais, tem sido utilizar a Inteligência Artificial (IA) como uma aliada no empreendimento

O Aprendizado de Máquina, do inglês *Machine Learning*, faz parte integrante da IA e tem uma vasta gama de algoritmos e metodologias que permitem que os equipamentos aprendam com experiências, ajustem-se a inputs – que são entradas de dados em seu sistema –, e realizem tarefas sem a necessidade de interações humanas. Sendo assim, em parceria com AQTech, que é uma empresa de base tecnológica que desenvolve soluções de monitoramento e diagnóstico para o mercado de energia elétrica, a Santo Antônio Energia decidiu investir em um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento utilizando IA aplicada a sistemas elétricos, para diagnóstico precoce de falhas nas unidades geradoras hidroelétricas, mais especificamente, em turbinas e geradores.

Atualmente, as unidades geradoras (UGs) são equipadas com vários sensores que respondem a estímulos diferentes como vibração, temperatura, pressão, entre outros, que indicam as condições de vida útil dos equipamentos. Gerente do projeto, Weslen Silva dos Santos conta que, “futura-mente, serão implantados microfones para captura de dados acústicos das unidades geradoras que, integrados aos dados de vibração e de processos já existentes, vão possibilitar análises muito mais profundas. Enviaremos essas informações para um sistema único e de alto poder de processamento, capaz de nos informar antecipada-

mente uma possível falha”. Com isso, será possível adotar políticas preditivas na Operação e Manutenção dos equipamentos de geração de energia.

Tipo de técnica de aprendizado da máquina

Existem técnicas que facilitam a implementação do Aprendizado de Máquina, algumas delas incluem redes neurais, árvores de decisões, arquitetura de dados, entre outros. Para o projeto, Weslen explica que diferentes tipos de algoritmos estão sendo avaliados, para aplicação daquele que apresentar os melhores resultados. No entanto, a técnica de Aprendizado Profundo, do inglês *Deep Learning*, está sendo a mais cotada para o projeto, por utilizar redes neurais profundas em aplicações como reconhecimento de fala, imagem, visão computacional e processamento de linguagem, por oferecer resultados mais precisos do que outros tipos de Inteligência Artificial.

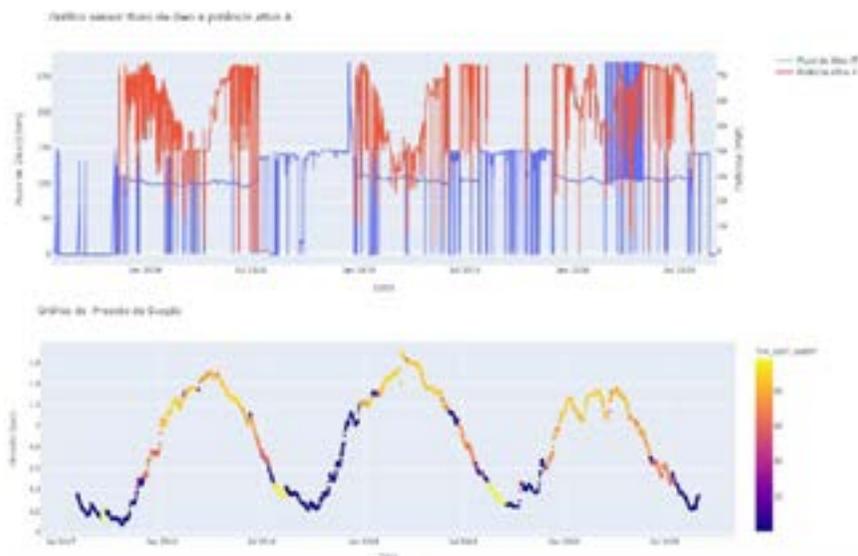
O projeto ainda está em uma etapa experimental, porque a IA requer um extenso conjunto de histórico de dados para treinamento antes de ser implementada. Os pesquisadores envolvidos ainda vão acessar as instalações da Hidrelétrica Santo Antônio para realizar levantamentos de campo, bem como implantar os equipamentos necessários nas unidades geradoras.



Projeto em andamento remoto

No último ano, o projeto segue avançando de forma remota, com equipes trabalhando na usina, em Rondônia, e na empresa parceira AQTech, em Florianópolis. Por meio desse compartilhamento on-line de informações, está sendo possível que os pesquisadores tenham acesso aos dados de evolução do projeto como, por exemplo, o processo e vibração de algumas unidades geradoras da hidrelétrica. Desta forma, eles puderam, também, avaliar o Ciclo Hidrológico de uma das nossas UGs e, assim, conhecer especificidades como alterações de comportamento que ocorrem em determinados períodos do ano, devido a fatores bem específicos que influenciam o funcionamento da nossa usina, como a queda brusca dos níveis de água do reservatório de tempos em tempos.

Aquisição e preparação dos dados de processo



E a prova de que essa adaptação do projeto para o formato remoto tem sido eficiente é o fato da AQTech seguir realizando testes com uma bancada de simulação de defeitos em máquinas rotativas, mesmo que a distância. O objetivo é tentar simular cenários de possíveis falhas em ambientes de geração e situações mais próximas das que podemos encontrar na Santo Antônio Energia. E os resultados têm sido bastante positivos.

Funcionamento da IA

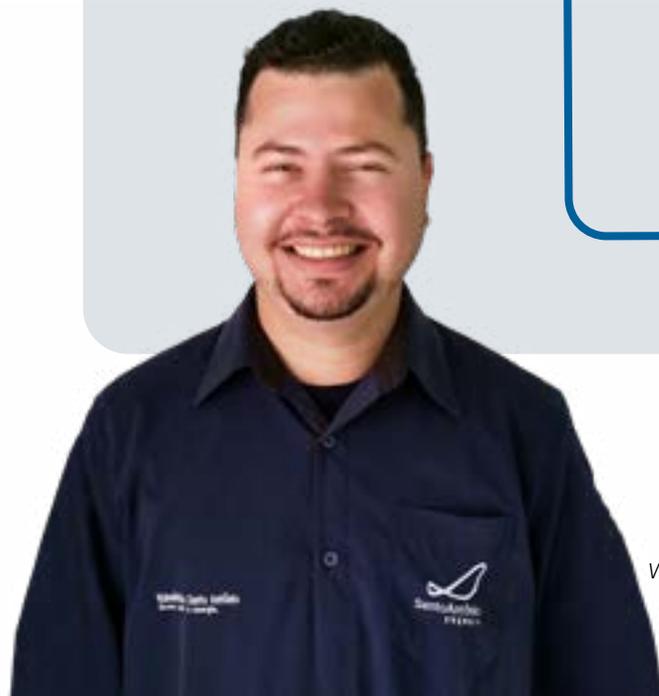
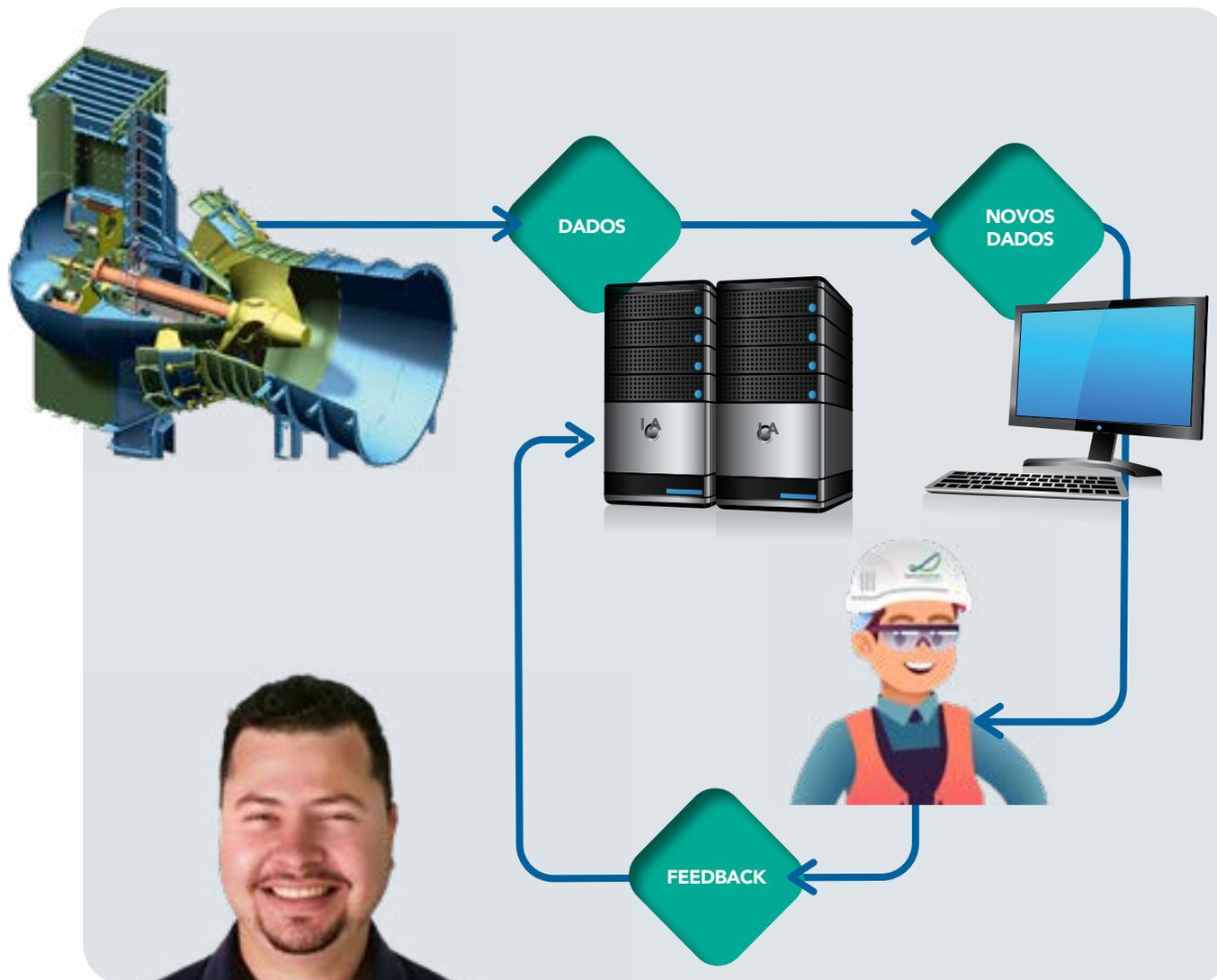
Em Sistemas de IA, quanto maior a quantidade de dados, melhor é a eficácia para o diagnóstico de falhas. Weslen explica que, basicamente, os algoritmos utilizam as informações e os dados históricos para que consigam “conhecer” o comportamento de um equipamento e quais situações são atípicas, através dos inputs fornecidos pelas equipes de Manutenção

ou Engenharia. A partir daí, o sistema de IA pode detectar anomalias, conhecidas previamente, ou indicar situações que o sistema ainda não conheça, mas que podem prejudicar ou levar o equipamento a uma falha maior, economizando, assim, tempo e recursos humanos.

O sistema de IA pode detectar anomalias, conhecidas previamente, ou indicar situações que o sistema ainda não conheça

“O sistema observará todas as grandezas, cruzará informações e receberá inputs dos nossos setores de Manutenção e Engenharia. Com isso, vamos “ensiná-lo” o que é considerado um comportamento adequado das nossas unidades geradoras. Desta forma, caso ocorra alguma situação atípica, ou que o sistema ainda não conheça, ele irá disparar informações de comportamentos atípicos e/ou fora dos padrões aceitáveis, evitando danos e perdas maiores, ou irreparáveis, aos equipamentos e ativos da hidrelétrica”, conclui.





Weslen Silva dos Santos, gerente do projeto

Composição da Inteligência Artificial

É formada por um conjunto de sensores, condicionadores de sinais, *hardware* de aquisição de dados e um sistema computacional que vão processar e analisar os dados provenientes das unidades geradoras e seus subsistemas.

O *software* detecta a falha e avisa ao profissional, que analisa e decide qual será a melhor solução. O sistema é dinâmico e permite que a equipe da Engenharia também dê *feedbacks*. O programa recebe os novos dados inseridos e torna-se capaz de identificar erros que anteriormente não conhecia. É preciso salientar que este projeto tem uma ampla aplicação de seu resultado, pois hoje o sensoriamento é uma realidade não só em usinas hidroelétricas, como nas indústrias em geral.

Dados do Projeto

- Gestor de P&D
Fábio José Micerino
- Gerente do projeto:
Weslen Silva dos Santos
- Coordenador do projeto:
Fabrizio Leal Freitas
- Instituição parceira: **AQTech**
- Previsão de término: **mar/2023**
- Valor total: **R\$ 7,3 milhões**



Projeto propõe modelo computacional para geração de energia mais assertiva e otimizada

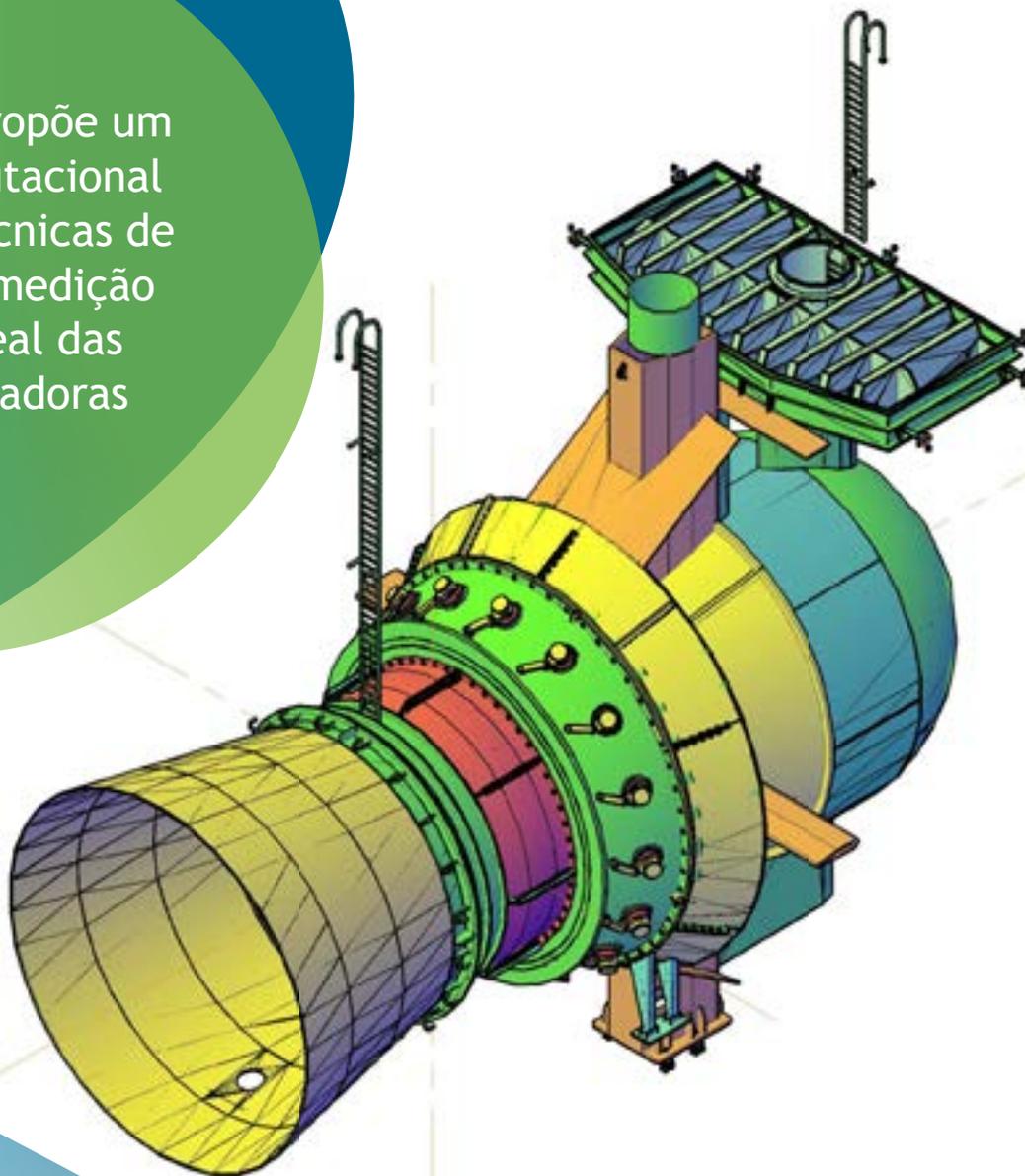
Inteligência Artificial aplicada a sistemas elétricos para diagnóstico de falhas

Tema da pesquisa:
Supervisão, controle e proteção de sistemas de energia elétrica

Fase da cadeia de inovação:
Desenvolvimento experimental



Este projeto propõe um modelo computacional baseado em técnicas de otimização e medição em tempo real das unidades geradoras



Para que uma usina opere com menor custo e de maneira eficiente é necessário um minucioso processo de programação de operação e da geração em tempo real. Atualmente, na Santo Antônio Energia, esse processo é elaborado levando em consideração dados de disponibilidade de equipamentos, previsão de afluência e o cronograma de manutenções. No entanto, tanto na fase de programação quanto na geração em tempo real o processo não é sistematizado, demandando recursos humanos e tempo para obtenção de dados, análise e correção de resultados.

Por isso, com base neste cenário, o projeto propõe um modelo computacional baseado em técnicas de otimização e medição em tempo real das unidades geradoras, a fim de considerar todos os aspectos simultaneamente, através de um único sistema, para tomada de decisão em todos os processos relacionados à geração da usina.

Douglas Morais, gerente do projeto, explica que “o sistema irá monitorar e aquisitar todas as variáveis elétricas e hidráulicas das turbinas e, por meio das informações apresentadas, vamos conhecer as perdas, o rendimento e os parâmetros operacionais ideais das máquinas. Com isso, será possível determinar a programação de geração da hidrelétrica de maneira mais assertiva obtendo a melhor performance do empreendimento, como também auxiliando os operadores a tomarem as melhores decisões em tempo real”, esclarece.



Será possível determinar a programação de geração da hidrelétrica de maneira mais assertiva obtendo a melhor performance do empreendimento

Fases do projeto e pandemia

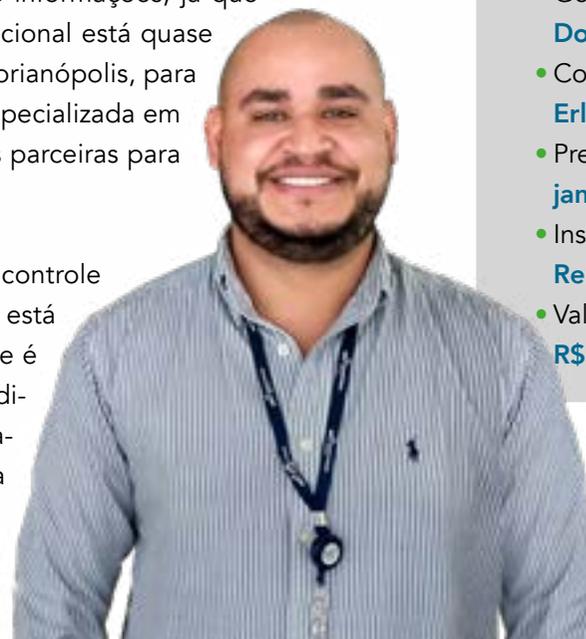
Douglas explica que o trabalho de pesquisa e desenvolvimento do projeto acontece, desde o início, de forma virtual tanto para apresentação de dados como para troca de ideias e informações, já que as empresas parceiras encontram-se em outros estados." O modelo computacional está quase finalizado e, em paralelo, já adquirimos um servidor, que está na Reivax, em Florianópolis, para que o sistema possa ser configurado", explica Douglas. A empresa Reivax é especializada em sistemas de controle e supervisão de geração de energia elétrica e é uma das parceiras para o desenvolvimento deste projeto.

Uma outra fase, que está em andamento na usina, é o trabalho de aquisição, controle e monitoramento de dados hidráulicos, dinâmicos e elétricos das turbinas, que está sendo realizado pela Rennosonic – empresa parceira deste trabalho. "Essa fase é crucial para o projeto, pois com base nas informações coletadas a partir da medição de vazão das turbinas, será possível obter dados indispensáveis para a plataforma computacional como, por exemplo, a função matemática de eficiência hidráulica das turbinas e, assim, finalizar o projeto em 2022", ressalta Douglas.



Dados do Projeto

- Gestor de P&D
Fábio José Micerino
- Gerente do projeto:
Douglas Teixeira Silva de Assis Moraes
- Coordenador do projeto:
Erlon Cristin Finardi
- Previsão de término:
jan/2022
- Instituição parceira:
Reivax e Rennosonic
- Valor total:
R\$ 5,6 milhões



Douglas Moraes, gerente do projeto



Sistema de apuração e simulação de disponibilidade da usina ajuda a mitigar impactos de FID - Fator de Disponibilidade

Fator de disponibilidade de UHES:
sistema de apuração e simulação através
de técnicas inteligentes com foco
na análise de risco

Tema da pesquisa:
Supervisão, controle e proteção de sistemas de energia elétrica

Fase da cadeia de inovação:
Pesquisa aplicada



A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), inicialmente através da Resolução Normativa nº 688/2003, substituída pela nº 614/2014, avalia o desempenho de hidrelétricas por meio do Fator de Disponibilidade (FID), que indica o período no qual as unidades geradoras estão disponíveis para gerar energia, mesmo sendo afetadas pelos desligamentos ocorridos por manutenções programadas ou forçadas. O FID representa, através de fórmula paramétrica, o impacto causado pelo número de horas de desligamento das unidades geradoras relacionadas a esses eventos. Com isso, o Operador

Este projeto pretende desenvolver um sistema de apoio à apuração de eventos e, adicionalmente, possibilitar a simulação de cenários operativos e regulatórios e seus impactos no FID

Nacional do Sistema Elétrico (ONS) apura mensalmente as taxas de indisponibilidades ocorridas nos sistemas de geração.

Por isso, pensando em antecipar tendências, prever oportunidades e ameaças nos sistemas de geração, este projeto pretende desenvolver um sistema de apoio à apuração de eventos e, adicionalmente, possibilitar a simulação de cenários operativos e regulatórios e seus impactos no FID. Isto acontece por meio de técnicas inteligentes para construção de regras e classificação de eventos, aprimorando cálculos e análises de risco, minimizando o risco de aumento das taxas de indisponibilidade programadas e forçadas.

Giovani Santiago Junqueira, gerente do projeto, conta que o processo de calcular o Fator de Disponibilidade (FID) e outros indicadores não é sistematizado, demandando tempo e recursos humanos para a realização dos balanços de todos os indicadores. “Nos testes realizados, observamos uma redução de mais de 80% no tempo necessário para processamento dos indicadores, isso porque o sistema foi desenvolvido para realizar diversos cálculos simultâneos e de forma automática”, explica.

A expectativa é que, com a conclusão do projeto, o sistema seja implementado na Santo Antônio Energia, para otimizar processos e tempo, mas também poderá ser utilizado em outras hidrelétricas, com as devidas adaptações necessárias, pois possuem a mesma sistemática em relação ao FID.



A disponibilidade de todas as informações em um local centralizado e sistematizado permite unificar e proteger os dados, além de tornar a conclusão das tarefas mais ágil e simplificada

Plataforma de Desenvolvimento

Todo o desenvolvimento do sistema e da pesquisa será feito utilizando software Código Aberto, do inglês *Open Source*, que promove o licenciamento livre, ou seja, com a possibilidade de livre consulta, modificação e distribuição do produto, sem a necessidade de pagar uma licença comercial. Com isso, não haverá custos adicionais para o projeto.

Giovani explica que a modelagem da base de dados do sistema está sendo construída com informações dos Medidores de Faturamento da Santo Antônio Energia, das estações telemétricas cadastradas, do Sistema Supervisório da usina (ELIPSE) e do Sistema Integrado de Gestão da Operação

(Sigo). Além disso, também estão sendo inseridos dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), como os registros constantes do Sistema de Apuração de Mudanças de Estados Operativos de Unidades Geradoras (Samug), Sistema de Controle Hidráulico (Sadhi) e Sistema de Controle da Geração (Sagic). “A disponibilidade de todas as informações em um local centralizado e sistematizado permite unificar e proteger os dados, além de tornar a conclusão das tarefas mais ágil e simplificada”, ressalta Giovani.

Durante o período de desenvolvimento, o sistema estará hospedado numa plataforma web, que permite acessar e gerenciar o conteúdo sem a necessidade de instalar programas. Mas, posteriormente, o *software* poderá ser implantado em uma rede exclusiva da Santo Antônio Energia.

Técnica de aprendizagem por reforço

Giovani explica que o *software* será implementado com a abordagem de aprendizagem por reforço, que é uma técnica que utiliza estatísticas e métodos de programação dinâmica, buscando ajudar na tomada de decisões. Por meio do sistema, “simulações poderão ser realizadas modificando-se eventos passados ou simulando a ocorrência de eventos futuros no cenário em questão, de acordo com a necessidade”, acrescenta. Com isso, o *software* aprenderá a atingir uma meta em um ambiente potencialmente complexo e incerto.

Giovani Santiago Junqueira, gerente do projeto

Treinamentos on-line em desenvolvimento

Para otimizar a logística e facilitar o treinamento das equipes envolvidas no projeto, estão sendo desenvolvidos vídeos tutoriais, que vão auxiliar os profissionais do setor na implementação do sistema na Hidrelétrica Santo Antônio. O processo, além de ser sustentável, pode ser replicado para outros times e servir de orientações para futuros projetos.

Dados do Projeto

- Gestor de P&D:
Fábio José Micerino
- Gerente do projeto:
Giovani Santiago Junqueira
 - Coordenador do projeto:
André Marcato
 - Instituição parceira:
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
 - Previsão de término: **jan/2022**
 - Valor total: **R\$ 2,7 milhões**



A photograph showing three researchers in a field setting. They are gathered around a white rectangular tray containing a shallow layer of brownish water. One researcher in the foreground is using a pipette to transfer liquid from the tray. Another researcher is looking into the tray, and a third is partially visible in the background. The ground is a metal grate, and there are green plants nearby. The image is overlaid with large, semi-transparent green and blue shapes.

Estudo monitora dinâmica entre mosquito *Mansonia* e macrófitas

Projeto estuda as relações
entre o mosquito *Mansonia* e as
plantas aquáticas na busca por medidas
de monitoramento e controle

Tema da pesquisa:
Meio ambiente

Fase da cadeia de inovação:
Pesquisa aplicada



A região amazônica possui habitats com características que proporcionam a incidência natural do mosquito *Mansonia*, sendo a abundância de plantas aquáticas uma das características que podem favorecer a proliferação dos mosquitos desse gênero. A Santo Antônio Energia, diante disso, decidiu investir em um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para entender a dinâmica espacial e sazonal desses organismos e a interação entre eles. O projeto visa desenvolver protocolos de biomonitoramento e controle integrado dessas espécies, por meio de várias tecnologias e inovações.

O projeto visa desenvolver protocolos de biomonitoramento e controle integrado dessas espécies

Monitoramento e controle do *Mansonia*

Com a cheia histórica do rio Madeira em 2014, algumas comunidades passaram a reclamar do incômodo causado pela presença de mosquitos *Mansonia*. Com isso, buscou-se entender a causa deste desequilíbrio e acompanhar sua evolução, visto a escassez de estudos em relação a este gênero de mosquitos. A partir disso, se vislumbrou a possibilidade de realizar um projeto que resultasse em recursos para o controle e manejo de dois temas importantes relacionados ao ecossistema aquático.

Dario Pires de Carvalho, gestor do projeto, conta que um laboratório de apoio para a simulação de campo foi montado e técnicos foram qualificados para o desenvolvimento de etapas importantes da pesquisa, como coletas de larvas e mosquitos adultos do gênero *Mansonia*, para estudo de suas características físicas, comportamentais e reprodutivas. Além disso, “estão sendo realizadas avaliações acerca da eficiência de armadilhas e inseticidas, para fins de monitoramento e controle, além de estudos de genética do mosquito e técnicas mais dinâmicas com emprego de sequenciamento genético”, esclarece.

Durante a pesquisa do *Mansonia*, da família *Culicidae*, foi verificado que sua reprodução ocorre, especialmente, em algumas macrófitas flutuantes como a aguapé. Mas Kaio Ribeiro, coordenador de Meio Ambiente, explica que “o mosquito não hospeda suas larvas em todas as espécies de plantas aquáticas, então, por essa razão, achamos importante realizar as coletas de larvas do *Mansonia* em diferentes plantas aquáticas, em pontos distintos do reservatório da hidrelétrica, para entender melhor a dinâmica de interação com as possíveis espécies hospedeiras das larvas do *Mansonia* aqui na região”, esclarece.

A pesquisa está gerando dados importantes para compreensão da dinâmica populacional e métodos de controle do mosquito na região. “A expectativa é de que o estudo também se torne um referencial para a comunidade acadêmica que tenha interesse no assunto, visto que, com os conhecimentos científicos adquiridos por meio do projeto, já foi possível contribuir para a produção e publicação de artigos, dissertações e teses”, explica Kaio.

A elaboração dessa parte do projeto está sendo realizada em uma parceria da Santo Antônio Energia com o Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (Iepa), Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e a Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP), que são renomadas no estudo da entomologia, a área da biologia que realiza estudos sobre insetos em todos os seus aspectos e relações com o homem e o meio ambiente.



Macrófitas também são alvo de estudo

Outra parte importante deste projeto de P&D é a criação de processos que permitam o controle das plantas aquáticas, também chamadas de macrófitas, porque embora sejam comuns na natureza, quando se proliferam de forma excessiva, tendem a prejudicar a navegação e a qualidade da água. Em reservatórios de hidrelétricas, podem se acumular nas grades das turbinas, prejudicando o processo de geração de energia.

“Nesse contexto, nosso projeto está desenvolvendo tecnologias alternativas para o manejo integrado de macrófitas, visando alcançar a redução dos problemas por elas causados, com destaque para as espécies que favorecem a proliferação de mosquitos *Mansonia*”, explica Dario. O projeto conta, nessa fase, com a parceria da Universidade Estadual Paulista (UNESP) para identificar as espécies de macrófitas presentes no reservatório, estimando biomassa e as taxas de crescimento das principais espécies, criando modelos de predição de ocorrência, entre outras etapas.

Além disso, “foi idealizada uma embarcação para realizar a remoção mecânica das plantas com segurança e em locais rasos. Estamos estudando uma

técnica que consiste no controle através da aplicação de vapor de água, ou seja, por meio de uma caldeira, a água é aquecida e o vapor é conduzido por uma mangueira até as plantas, que recebem o vapor e morrem com o calor, sendo sem risco ambiental e para quem aplica”, explica Dario.

Observou-se também que, com a retirada das plantas aquáticas das espécies alvo, que hospedam o mosquito *Mansonia*, naturalmente ocorreu a substituição por outras espécies não hospedeiras do mosquito. A embarcação foi fabricada em São Paulo, possui 18 toneladas, 18 metros de comprimento e recebeu um investimento de R\$ 950 mil.

Além da embarcação, o uso de drone está sendo avaliado para auxiliar no manejo de macrófitas, por meio da dispersão de possíveis defensivos que realizem a inibição do crescimento das plantas. No entanto, essa etapa do projeto ainda está em fase de estudos e aprovação pelos órgãos competentes. “Quando os protocolos estiverem aprovados, será possível utilizar o drone tanto para o controle de mosquitos, quanto de plantas aquáticas”, explica Dario.

Dario Pires de Carvalho, gerente do projeto

Estudos em laboratório estão adiantados

As fases de pesquisas em laboratório e nas instituições parceiras seguem evoluindo e gerando os primeiros resultados concretos, como materiais científicos e acadêmicos. As fases de testes *in loco*, em que é necessária a presença de pesquisadores nas regiões ribeirinhas do rio Madeira, ainda estão sendo definidas por questões de logística. E a conclusão do projeto deve acontecer, como previsto, até junho de 2022.

Dados do Projeto

- Gestor de P&D: **Fábio José Micerino**
- Gerência responsável: **Sustentabilidade**
- Gerente do projeto: **Dario Pires de Carvalho**
- Coordenadores do projeto: **Edivaldo Domingues Velini e Kaio Ribeiro**
 - Previsão de término: **Jun/2022**
 - Valor do projeto: **R\$ 17,2 milhões**



Projeto busca meios para aplicação de revestimento a fim de prolongar a vida útil das pás de turbina hidráulica

Desenvolvimento de técnicas de deposição de revestimentos por aspersão térmica robotizada para redução de desgaste por erosão e cavitação em turbinas hidráulicas

Fase da cadeia de inovação:
Desenvolvimento experimental





Será aplicado por aspersão térmica um revestimento adicional, que visa atingir elevados índices de resistência ao desgaste dos dois fenômenos de degradação

Quando em operação, as turbinas das unidades geradoras (UGs) estão sujeitas a desgastes que causam perda de material, sendo necessária sua reconstituição por processo de soldagem. Por isso, a cada período de operação, as unidades são submetidas a revisões de manutenção, que possuem a finalidade de restabelecer a confiabilidade para um novo ciclo operacional.

Nesse sentido, este projeto se propõe a avaliar o desempenho de diferentes materiais para revestimentos disponíveis no mercado, utilizar de processo alternativo à soldagem e técnicas de deposição de revestimentos de modo robotizado para aplicação

in loco, além de desenvolver um modelo computacional para gerir o tempo de vida remanescente desse revestimento aplicado nas turbinas. Tudo isso com o intuito de prolongar os intervalos entre as manutenções das turbinas das unidades geradoras, conseguindo, assim, maior disponibilidade dos equipamentos e evitando problemas que causem a parada não programada das máquinas.

Hoje, a Santo Antônio Energia realiza a reconstituição das pás por processo de soldagem, que é o método usual de mercado. A aplicação do metal de reconstituição é realizada com o calor de um arco elétrico mantido entre duas partes metálicas: a extremidade do eletrodo metálico e o aço das pás. Assim, recupera-se o equipamento dos desgastes causados pelos fenômenos de erosão e cavitação, que causam porosidades e perda de material das pás. Rios com elevadas cargas de sedimentos, como é o caso do rio Madeira, afetam diretamente esses fenômenos.

Julyeverson dos Reis, gerente do projeto, explica que esses problemas podem ser minimizados com a aplicação de um revestimento mais resistente que o material da pá, ou seja, “o processo atual continuará sendo utilizado e, posteriormente à recuperação das pás, será aplicado por aspersão térmica um revestimento adicional, que visa atingir elevados índices de resistência ao desgaste dos dois fenômenos de degradação identificados: erosão e cavitação, definindo-se, assim, novos processos para a recuperação *in loco* das pás da turbina”.



A vida útil das pás das turbinas será ainda mais prolongada, bem como os intervalos de manutenção preventiva



Aspersão térmica e soldagem robotizada

Para realizar essa etapa do projeto, Julyeverson conta com a parceria do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Lactec), responsável pela elaboração conceitual e tecnológica do robô articulado, que se movimenta sobre trilhos fixados às pás, facilitando, assim, alinhar-se a várias coordenadas e ter mais flexibilidade para aplicações que requerem menos espaço.

“Com o uso do robô articulado, se locomovendo sobre um trilho que será fixado à pá, através de ventosas, será aspergido o revestimento na pá”, comenta Julyeverson. As pás das turbinas serão revestidas por aspersão térmica, uma técnica que consiste na projeção de partículas de uma liga mista de base metálica e cerâmica, em uma con-

dição superaquecida, em altíssima velocidade, contra uma superfície previamente preparada. Para se ter ideia, a velocidade de projeção das partículas é superior a mil metros por segundo. Isso é três vezes a velocidade do som. Esse tipo de revestimento possui elevada resistência e funciona como um metal de sacrifício, ou seja, tem o objetivo de sofrer o desgaste no lugar da pá a ser protegida.

A expectativa é que, com esse método, a vida útil das pás das turbinas seja ainda mais prolongada, bem como os intervalos de manutenção preventiva – que são, hoje, os principais motivos de parada das máquinas. Este método também poderá ser aplicado em outras hidrelétricas ou empresas que necessitam desta solução.



A avaliação das ligas ideais para o revestimento das pás das turbinas, por exemplo, já passou por ensaios em laboratório

Modelo computacional preverá tempo de desgaste das pás

O projeto também desenvolve um modelo computacional de auxílio às equipes de Engenharia e Manutenção, para estimar a durabilidade do revestimento que será aplicado nas pás das turbinas. A modelagem computacional é a área que trata da simulação de soluções para problemas científicos, aplica modelos matemáticos e técnicas da computação à análise, compreensão e estudo de problemas complexos, como é o caso dos fenômenos de desgastes que ocorrem nas pás das turbinas.

Inicialmente, serão previstos algoritmos baseados nos dados de desgaste dos revestimentos obtidos em laboratório. “Será possível estimar o nível de desgaste que o revestimento sofrerá durante a operação da turbina, permitindo, assim, definir a taxa de perda de massa do revestimento ao longo do tempo”, esclarece Julyeverson.

Ao iniciar os trabalhos desta pesquisa, o Lactec realizou, no reservatório da usina, a coleta de amostras de água e sedimentos em pontos específicos da hidrelétrica, em diferentes épocas do ano. O resultado classificou a maioria como silte, que é todo e qualquer fragmento de mineral ou rocha menor do que areia fina. No entanto, também foi encontrado quartzo, cuja dureza é maior que a do material das pás das turbinas. Essas informações foram úteis para a criação do modelo computacional.

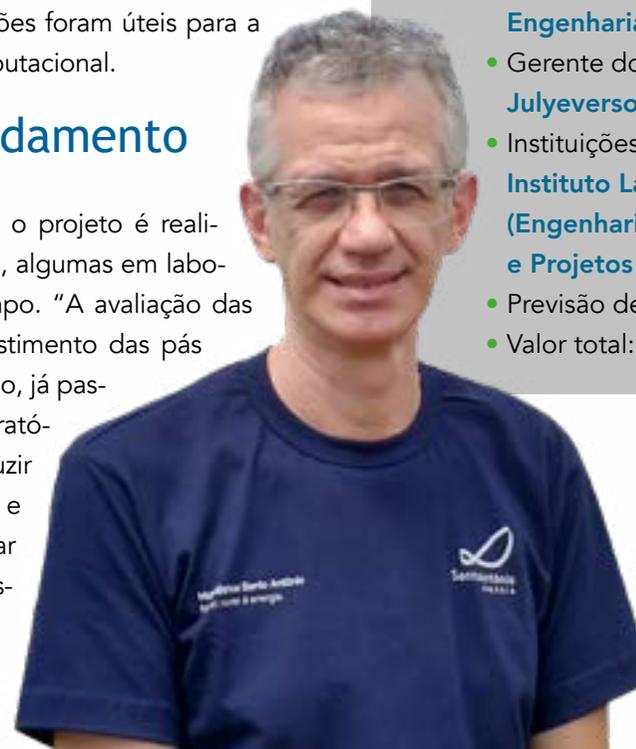
Etapas em andamento

Julyeverson explica que o projeto é realizado em diversas etapas, algumas em laboratório e outras em campo. “A avaliação das ligas ideais para o revestimento das pás das turbinas, por exemplo, já passou por ensaios em laboratório. Foi possível reproduzir os processos de erosão e cavitação, para se verificar a eficiência desses revestimentos”, destaca.

Uma das próximas fases, a de testes do robô que fará a aplicação dos revestimentos diretamente sobre as pás das turbinas, acontecerá em breve. “Para isso, é necessário que a equipe do Lactec esteja presencialmente nas instalações da hidrelétrica, para aplicação dos revestimentos com o robô”, explica Julyeverson. Iniciado em janeiro de 2018, o projeto tem previsão de ser concluído em julho de 2022.

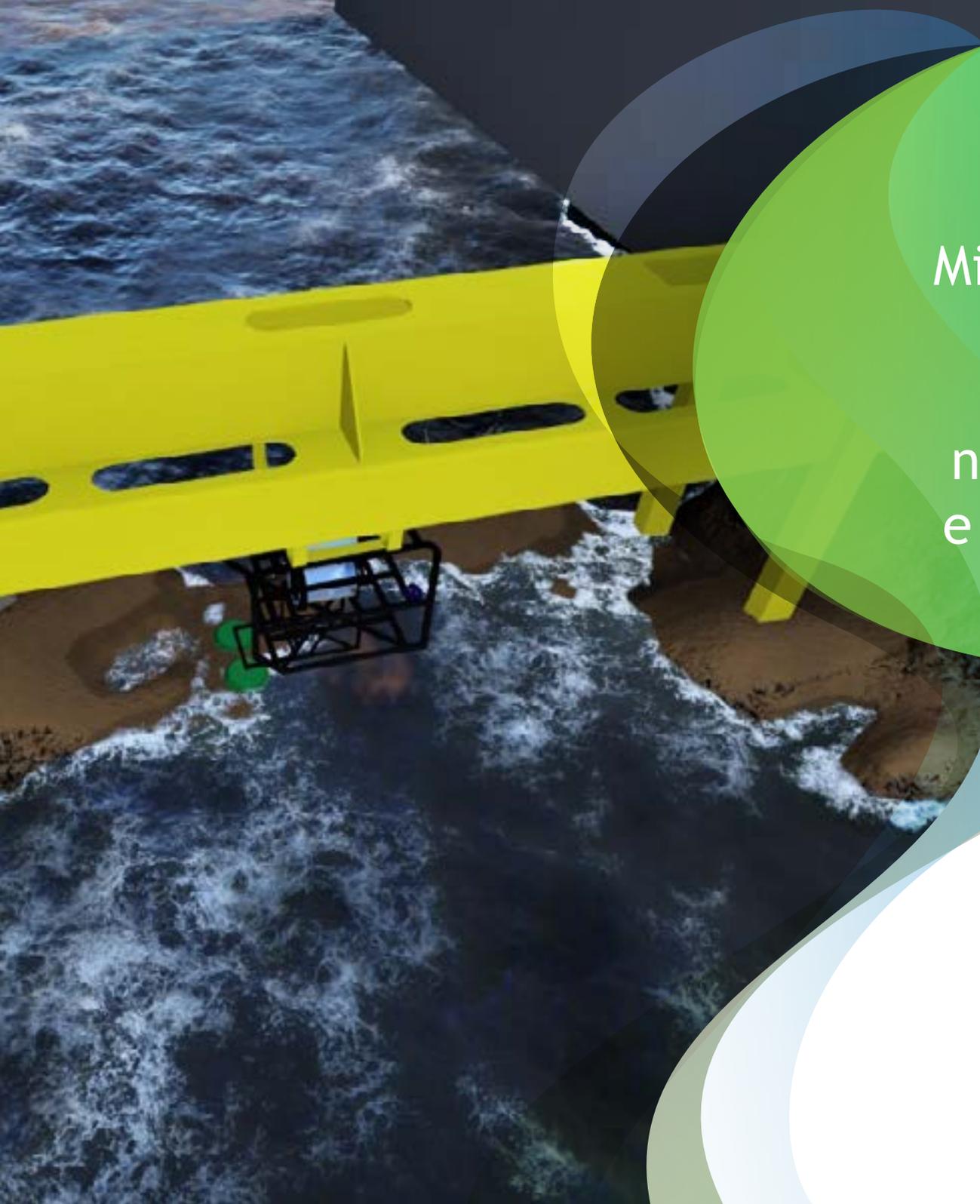
Dados do Projeto

- Gestor de P&D:
Fábio José Micerino
- Gerência Responsável:
Engenharia e Planejamento
- Gerente do projeto:
Julyeverson dos Reis
- Instituições parceiras:
Instituto Lactec e Engemovi (Engenharia de Automação e Projetos Mecânicos)
- Previsão de término: **julho/22**
- Valor total: **R\$ 8,5 milhões**



Julyeverson dos Reis, gerente do projeto





Minissubmarino operado remotamente visa segurança e agilidade no processo de limpeza e inspeção das áreas de vedação dos *stop-logs*

Desenvolvimento de sistema mecatrônico remotamente operado para a limpeza e inspeção do batente e soleira de vedação dos *stop-logs* de hidroelétricas - testes, validação e treinamento (fase 3)

Tema da pesquisa:
Operação de sistemas elétricos

Fase da cadeia de inovação:
Desenvolvimento experimental





A manutenção de uma unidade geradora (UG) é realizada de acordo com intervalos periódicos e, também, nos casos de manutenção corretiva. Esse trabalho é desempenhado por várias equipes e conta com etapas de limpeza, lubrificação, substituição de componentes e inspeções das turbinas. No entanto, cada etapa requer equipamentos e processos específicos. Por isso, pensando em otimizar as etapas de manutenção, a Santo Antônio Energia propôs desenvolver, através deste projeto, um protótipo de um veículo operado remotamente (ROV), do inglês *Remotely Operated Vehicle*, subaquático, equipado com um sonar e escovas rotativas, que permitirá ao operador inspecionar e realizar a limpeza de pequenas quantidades de sedimentos acumulados nas áreas de vedação das comportas ensecadeiras.

Um dos desafios para a manutenção é a sedimentação proveniente do rio Madeira que, quando acumulada nas soleiras dos vãos de adução das turbinas, impede a inserção das comportas ensecadeiras, também chamadas de stop-logs, que têm a importante função de criar uma área seca para a realização dos trabalhos de manutenção das unidades geradoras (UGs).

Atualmente, para sanar esta dificuldade, a equipe especializada em serviços subaquáticos da hidrelétrica é acionada para os trabalhos de inspeção e limpeza da região onde os stop-logs são inseridos. Esse trabalho manual dura, em mé-

dia, três dias entre avaliação das condições da soleira, limpeza e definição da estratégia para inserção dos stop-logs.

Eduardo Tinti Costa, gerente do projeto, conta que a instalação desse equipamento é um processo complexo. "Através do pórtico rolante da tomada d'água são inseridos 14 painéis, sendo sete de cada lado da estrutura hidráulica, um sobre o outro, na posição correta para que não permita a passagem de água para dentro do canal de adução", explica. Após a finalização da inserção dos stop-logs a montante, é realizado o teste de estanqueidade, que tem o intuito de confirmar a vedação das comportas ensecadeiras. Então, é iniciada a drenagem da unidade para, posteriormente, a manutenção ser permitida. Este trabalho, difícil e demorado, muitas vezes compromete o cronograma de manutenção das turbinas.

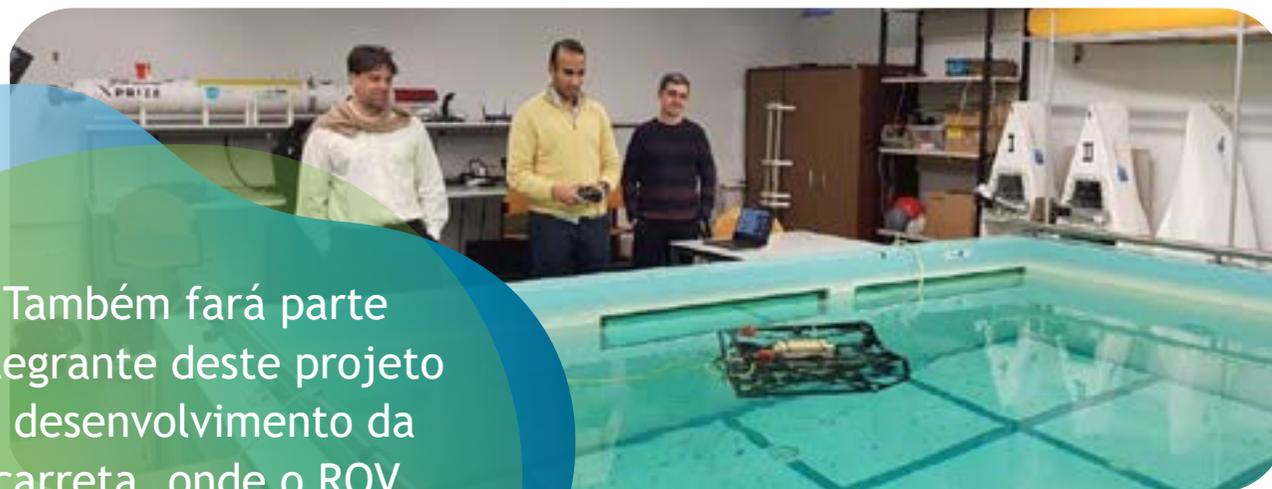
Para mitigar o problema, Eduardo conta que o objetivo é criar um sistema com operação remota e capacidade de realizar inspeção e limpeza de pequenas quantidades de sedimentos nas áreas de vedação dos stop-logs. "A inspeção regular realizada pelo ROV otimizará o processo, evitando falhas no engate dos painéis, erro de posicionamento e inclinação indevida", afirma. Além disso, o projeto diminuirá o acionamento das atividades subaquáticas, o que flexibilizará a logística envolvida na manutenção das unidades geradoras e reduzirá custos dos trabalhos de manutenção. Vale destacar que este projeto também poderá ser implementado em outras usinas ou locais, nos quais exista a necessidade de supervisão subaquática.



Também fará parte integrante deste projeto o desenvolvimento da carreta, onde o ROV será armazenado e controlado remotamente

ROV e outros equipamentos

Eduardo conta com a parceria das Universidades do Porto (U.Porto/Portugal) e Federal de Juiz de Fora (UFJF) para o desenvolvimento do projeto. O ROV é um minissubmarino de observação, de cerca de 35 quilos, equipado com um sonar, que é um tipo de radar utilizado para a detecção e localização de objetos em águas profundas, para a realização de inspeções por imagem. Além disso, possui duas escovas rotativas para a limpeza, propulsores para deslocamento, entre outros acessórios.



O ROV estará preso em uma viga de sustentação (VSR) que será içada pelo pórtico rolante nos trilhos da comporta ensecadeira, podendo chegar a 50 metros de profundidade, sendo operado por controle remoto. “Neste caso, o ROV será acoplado à VSR para um melhor controle e movimentação, aumentando sua robustez em relação ao estágio de limpeza”, acrescenta Eduardo.

Também fará parte integrante deste projeto o desenvolvimento da carreta, onde o ROV será armazenado e controlado remotamente. “A partir desta carreta, serão desenvolvidos os softwares de controle e hardwares necessários para movimentar o ROV até seu ponto de atuação junto aos stop-logs”, explica Eduardo.

Ajustes finais em breve

“O minissubmarino já está na hidrelétrica juntamente com os demais equipamentos, aguardando a chegada da equipe de Portugal para a realização dos ajustes finais e a conclusão do projeto, o que deve acontecer em breve”, esclarece Eduardo.

Dados do Projeto

- Gestor de P&D: **Fábio José Micerino**
- Gerência Responsável: **Manutenção de Geradores**
- Gerente do projeto: **Eduardo Tinti Costa**
- Coordenador do projeto: **Alexandre Bessa dos Santos**
- Instituições Parceiras: **Universidades do Porto (U.Porto) e Federal de Juiz de Fora (UFJF)**
- Previsão de término: **Set/2022**
- Valor total: **R\$ 4,9 milhões**



Eduardo Tinti Costa, gerente do projeto



Transformadores-elevadores: Supervisão, Controle e Proteção de Sistemas de Energia Elétrica

Metodologia de predição da capacidade funcional de transformadores-elevadores com desbalanço de carga entre enrolamentos, considerando dinâmicas térmicas rápidas e vida útil remanescente

Fase da cadeia de inovação:
Desenvolvimento experimental



A Santo Antônio Energia fornece energia para as cinco regiões do Brasil, por meio do Sistema Interligado Nacional (SIN). No entanto, por estar distante dos centros consumidores, a tensão da sua energia precisa ser elevada de 13.800 volts para 525.000 volts (kV). Isso é necessário para que não ocorra tanta perda de energia durante o longo percurso de transmissão. Dessa maneira, transformadores-elevadores são equipamentos essenciais no sistema elétrico, justamente por alterarem os níveis de tensão para interligar os sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Atualmente, a hidrelétrica possui 13 transformadores de potência em operação. E a falha em um desses equipamentos pode parar a geração de quatro Unidades Geradoras (UGs) por muito tempo. Por isso, um dos objetivos desse projeto de P&D é desenvolver um modelo térmico baseado no formato reduzido de um transformador de potência,

que possibilitará avaliar e compreender melhor as dinâmicas térmicas rápidas dentro do equipamento. Além disso, um software também será utilizado, com o intuito de monitorar em tempo real as temperaturas internas e vida útil remanescente do equipamento.

O projeto trará benefícios para todo o setor elétrico, uma vez que há diversos registros de falhas devido à inexistência de modelos térmicos adequados, que possam prever a elevação de temperatura e riscos aos transformadores.

Modelo reduzido

José Neto, gerente do projeto, explica que, em parceria com a Universidade Federal de Santa Maria e a Vegoor Tecnologia Aplicada, visando conhecer melhor a vida útil do transformador-elevador, construíram um modelo reduzido do equipamento. “Neste modelo, foram instaladas fibras óticas entre as espirais dos enrolamentos, capazes de mostrar com

maior precisão as temperaturas internas do equipamento, servindo de base para validação do modelo térmico desenvolvido neste P&D”, esclarece.

Por meio do modelo reduzido, será possível simular fenômenos de aquecimento e de envelhecimento da máquina; realizar cálculos e previsão da vida útil do transformador; localizar defeitos e, inclusive, possíveis falhas no sistema de refrigeração, que é responsável por evitar que a temperatura atinja valores perigosos que podem superaquecer os transformadores. “Estimativas de vida útil remanescente obtidas pelo modelo serão mais assertivas, devido à utilização de tecnologia de Inteligência Artificial (IA) e de parâmetros físico-químicos, que consideram alterações dos materiais do equipamento por falha, defeito ou envelhecimento normal, ao longo da vida útil”, explica José Neto.

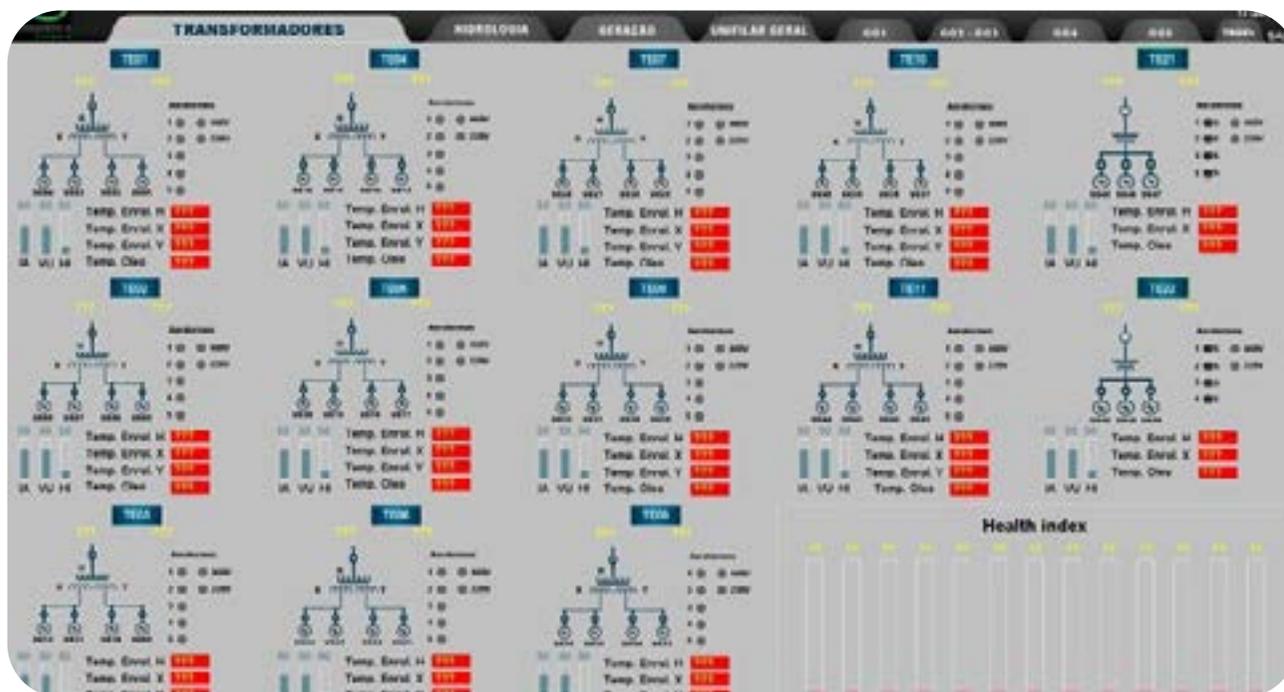
O modelo contemplará também características matemáticas com base em curvas de degradação do papel isolante, que é um item fundamental que previne acidentes, curtos-circuitos e outros contratemplos em transformadores. “As concessionárias de energia não possuem ferramentas precisas para avaliação da vida útil remanescente do papel isolante em condições de perda da refrigeração forçada”, esclarece.

Sendo assim, o modelo possibilitará propor ações às equipes de manutenção e operação em caso de possíveis ocorrências no sistema de refrigeração, como também ações preventivas para prolongar a vida útil do equipamento, considerando, inclusive, perdas parciais ou totais do sistema de refrigeração forçada.

O modelo possibilitará propor ações às equipes de manutenção e operação em caso de possíveis ocorrências no sistema de refrigeração, como também ações preventivas para prolongar a vida útil do equipamento



Tecnologia de monitoramento e controle



O software de monitoramento e previsão das condições operativas de transformadores que será implementado na Santo Antônio Energia é definido em duas partes: o monitoramento em tempo real das condições de um conjunto de transformadores e a previsão para cenários futuros esperados.

Eclipse foi o software escolhido para controlar e monitorar as atividades dos transformadores. Por meio dos sensores instalados nos equipamentos, a ferramenta receberá dados e, então, será possível consultar informações como temperatura entre enrolamentos, gases dissolvidos em óleo isolante, condições das buchas de alta tensão, entre outros. A análise dessas informações

permitirá avaliar o quanto de vida útil ainda está remanescente nos transformadores.

José Neto explica que o software também trará ganhos para a operação, pois “uma avaliação prévia do transformador será apresentada para os operadores e, com isso, eles poderão ter mais segurança na tomada de decisão, por conseguirem avaliar quais equipamentos estarão em melhores condições para o despacho de energia”, conclui. Já os transformadores mais críticos poderão ser continuamente monitorados e avaliados, de uma forma que os operadores serão avisados de eventos que possam colocar os processos de transmissão em risco.

O software, além de otimizar a operação, também será um recurso para a empresa postergar custos com reparos ou até substituição das máquinas, uma vez que transformadores têm custo elevado, são equipamentos grandes e pesados, portanto, de difícil logística.

Projeto em evolução

Todas as etapas do projeto, exceto a implantação do software, deverão ser concluídas até a data prevista, em junho de 2022. José Neto explica que “os testes da ferramenta computacional precisam ser realizados *in loco* na usina, e a logística e as datas estão sendo planejadas para que aconteçam em breve, permitindo, assim, que o trabalho seja concluído o quanto antes”, esclarece.

O software, além de otimizar a operação, também será um recurso para a empresa postergar custos com reparos ou até substituição das máquinas



O projeto colaborou para o desenvolvimento de três teses de Mestrado e 13 artigos em congressos nacionais e internacionais

Resultados Secundários e Destaques

A pesquisa deste projeto contribuiu, até o momento, para duas patentes. A primeira, elaborada pela Vegoor Tecnologia Aplicada, do método de diagnóstico de falha a partir da análise do envolvimento de materiais construtivos em transformadores de energia, e a segunda, pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), do método e sistema para monitoramento e previsão de condições operativas de equipamentos elétricos.

Além disso, o projeto colaborou para o desenvolvimento de três teses de Mestrado e 13 artigos em congressos nacionais e internacionais, sendo, até o momento, cinco artigos já publicados. Ganhando destaque, o “Emprego de Rede Neural Artificial para Predição de Temperatura de Topo de Óleo em Transformador de Potência”, que foi apresentado no Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, em 2020.

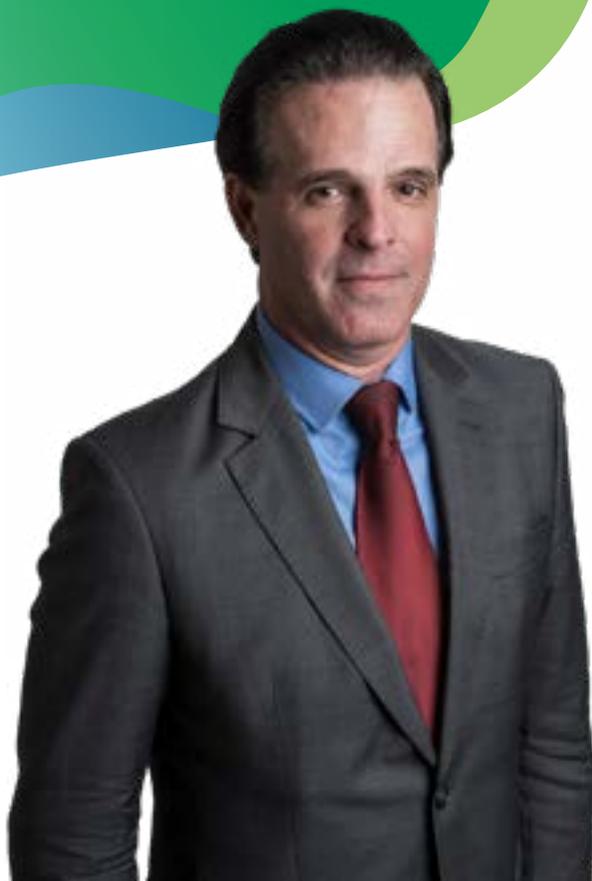
José Batista Ferreira Neto, gerente do projeto

Dados do Projeto

- Gestor de P&D:
Fábio José Micerino
- Gerente do projeto:
José Batista Ferreira Neto
- Coordenadora do projeto:
Helena Wilhelm
- Instituição parceira:
Vegoor
- Previsão de término:
jun/2022
- Valor total:
R\$ 5,7 milhões



Parcerias são elementos-chave para inovação e desenvolvimento



Os projetos de P&D apresentados nesta revista representam muito bem o quanto a Santo Antônio Energia está comprometida com o desenvolvimento do setor elétrico, sob um olhar permanente para novas tecnologias e iniciativas sustentáveis. As parcerias com as instituições especializadas possibilitam melhoria na gestão dos projetos, como a utilização de Inteligência Artificial para otimizar o tempo e aumentar a produtividade das equipes, e até mesmo um melhor investimento de recursos na busca por compreender o ciclo de vida útil de equipamentos, para aprimoração da prestação de serviços que contribuam para a segurança da geração de energia elétrica.

Com a mesma relevância, estão sendo desenvolvidas também pesquisas para garantir as medidas de segurança e proteção do meio ambiente. Afinal, não basta produzir a energia de forma eficiente e criar projetos que auxiliem neste processo, sem dimensionar adequadamente o impacto do nosso negócio na região onde estamos inseridos, a Amazônia. Trabalhamos constantemente para promover uma geração limpa e de fonte renovável, em harmonia com as comunidades que nos cercam.

A idealização e o desenvolvimento dos projetos só foram possíveis porque existe um trabalho de cooperação e parceria entre os agentes envolvidos, com foco na prospecção e inovação tecnológica de maneira sustentável. Poder contar com essa expertise é essencial para que as nossas iniciativas possam efetivamente sair do papel e beneficiar o setor elétrico e, portanto, também a nossa hidrelétrica.

Temos orgulho do caminho que estamos trilhando!

Dimas Maintinguer

Diretor de Operações

Para mais informações sobre os nossos projetos de P&D acesse www.santoantonioenergia.com.br





SantoAntônio
ENERGIA



AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

P&D - Programa de Pesquisa
e Desenvolvimento

