

Identificação

Título

MONITORAMENTO INTELIGENTE DE FALHAS EM EQUIPAMENTOS COM USO DE TERMOGRAFIA E VANTS - PIP 534

Gerente do projeto

RODRIGO ZEMPULSKI FANUCCHI
(43) 3293-2250 / rodrigo.fanucchi@copel.com

Coordenador do projeto

ALEXANDRE MARCONDES
(48) 3239-2108 / axm@certi.org.br

Gerente do programa

GUSTAVO KLINGUELFUS
(41) 3310-5454 / gustavo.k@copel.com

Empresa proponente

Razão social: COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A.
Nome fantasia: COPEL DIS

Empresa(s) executora(s)

Razão social: FUNDAÇÃO CENTROS DE REFERÊNCIA EM TECNOLOGIAS INOVADORAS
Nome fantasia: FUNDAÇÃO CERTI
Razão social: INSTITUTO SAPIENTIA
Nome fantasia: INSTITUTO SAPIENTIA

Duração do projeto

24 meses

Valor total contratante

COPEL DIS: R\$ 43.081,36

Valor total contratada

FUNDAÇÃO CERTI: R\$ 2.648.169,44
INSTITUTO SAPIENTIA: R\$ 185.829,54

Valor total projeto

R\$ 2.877.080,34

Resumo

O presente projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema inteligente para monitoramento de falhas em equipamentos elétricos em subestações com uso de termografia e VANTS.

O projeto está dividido em duas frentes, a primeira visa o desenvolvimento de um sistema de monitoramento com câmeras térmicas fixas para inspeção contínua dos equipamentos e o desenvolvimento de técnicas de processamento de imagem e inteligência artificial para detecção de possíveis falhas. Desta forma, reduzindo a exposição dos operadores a situações de risco e garantindo uma maior disponibilidade das subestações, assim como, melhorando o desempenho dos indicadores da concessionária.

A segunda linha do projeto apresenta o desenvolvimento experimental para uso de VANTS equipados com câmera térmica para inspeções em subestações. Esta linha tem como objetivo pesquisar os benefícios, legislação e normas de segurança para o uso de VANTS em subestações. Também está previsto a realização de operações piloto de aquisição de imagens térmicas com um VANT, assim como, analisar e testar algoritmos para operações autônomas com VANTS.

1 Visão descritiva

1.1 Preâmbulo

1.1.1 Duração do projeto

24 meses

1.1.2 Segmento

D - DISTRIBUIÇÃO

1.1.3 Tema

SC - SUPERVISÃO, CONTROLE E PROTEÇÃO DE SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA

1.1.4 Subtemas

SC01 - IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTROLE (ROBUSTO, ADAPTATIVO E INTELIGENTE).

SC05 - TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADAS AO CONTROLE, OPERAÇÃO E PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS

SC06 - NOVAS TECNOLOGIAS PARA SUPERVISÃO DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA.

SC08 - ANÁLISE DE FALHAS EM SISTEMAS ELÉTRICOS.

1.1.5 Outro tema

1.1.6 Outro subtema

1.1.7 Fase da cadeia de inovação

DE - DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

1.1.8 Tipo do produto

SM - SISTEMA

1.1.9 Descrição do produto

Sistema inteligente de monitoramento de integridade de equipamentos em subestações por meio de imagens termográficas adquiridas por câmeras inteligentes fixas e VANTs autônomos.

1.2 Grupo de pesquisa

1.2.1 Instituições

Nome	CNPJ	Categoria
COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A.	04.368.898/0001-06	Proponente
FUNDAÇÃO CENTROS DE REFERÊNCIA EM TECNOLOGIAS INOVADORAS	78.626.363/0001-24	Executora
INSTITUTO SAPIENTIA	05.419.051/0001-76	Executora

1.2.2 Equipe

Nome	Função	Titulação	CPF	CV Lattes
COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A.				
RODRIGO ZEMPULSKI FANUCCHI	GERENTE	MESTRE	042.360.069-95	http://lattes.cnpq.br/0937371415675134
FUNDAÇÃO CENTROS DE REFERÊNCIA EM TECNOLOGIAS INOVADORAS				
ALEXANDRE MARCONDES	COORDENADOR	MESTRE	047.842.319-51	http://lattes.cnpq.br/1275389477318443
EDUARDO FERREIRA	PESQUISADOR	SUPERIOR	047.368.058-03	http://lattes.cnpq.br/5910101528040592
FILIFE FONTANA	PESQUISADOR	MESTRE	060.746.759-29	http://lattes.cnpq.br/7182026863797118
GUSTAVO DANIEL DONATELLI	PESQUISADOR	DOCTOR	004.694.529-60	http://lattes.cnpq.br/4154885952686353
JONAS FORTUNATO HONORATO	PESQUISADOR	SUPERIOR	092.839.429-81	http://lattes.cnpq.br/2846505879452373
MARCOS VINÍCIUS RODRIGUES LOPES GRANADO	PESQUISADOR	SUPERIOR	083.772.769-33	http://lattes.cnpq.br/5041365980461466
MATEUS DIECKMANN DE OLIVEIRA	PESQUISADOR	MESTRE	722.422.210-00	http://lattes.cnpq.br/5460542447163137
MATHEUS KRAEMER BASTOS DO CANTO	PESQUISADOR	TÉCNICO	062.079.729-02	http://lattes.cnpq.br/5514564556073060
MIGUEL BURG DEMAY	PESQUISADOR	DOCTOR	032.578.369-10	http://lattes.cnpq.br/4400430802797312
TALLES JOSÉ DE OLIVEIRA	PESQUISADOR	ESPECIALISTA	983.163.460-87	http://lattes.cnpq.br/3931793049202888
TIAGO MUNER ZILIO	PESQUISADOR	MESTRE	010.374.790-76	http://lattes.cnpq.br/4478569823507714
INSTITUTO SAPIENTIA				

Nome	Função	Titulação	CPF	CV Lattes
PEDRO IVO PEREIRA GOMES	PESQUISADOR	SUPERIOR	977.064.001-82	http://lattes.cnpq.br/3581656180626984

1.2.2.1 Experiência da equipe no tema do projeto

A CERTI, em seu histórico de 35 anos de existência, atua em prol do desenvolvimento econômico, sustentabilidade, inclusão social e educação, promovendo a inserção estratégica de tecnologias voltadas para a melhoria da qualidade de vida da sociedade brasileira. Para tanto, atua como entidade realizadora de ações de Inovação, desenvolvendo produtos, processos industriais, software, soluções de serviços e novos modelos de negócios. A abrangência dos trabalhos compreende desde planos de negócio de novos produtos e tecnologias ao processo de lançamento no mercado, passando por prototipagem, teste, certificação, fabricação de lotes piloto, desenvolvimento de fornecedores e demais etapas da criação de soluções completas e qualificadas no mercado, atuando em diversos setores, entre eles: Energia Sustentável, Economia Verde, Tecnologia da Informação e Comunicação, Convergência Digital e Desenvolvimento de produtos, Metrologia e Automação.

Especificamente com relação ao projeto proposto, a equipe selecionada tem formação em engenharia elétrica, controle e automação, mecânica e mecatrônica, contando com graduados, mestres e doutores. A equipe tem experiência em projetos de desenvolvimento e inovação de produtos e sistemas, tendo como clientes empresas tais como CELESC, ENGIE, Embraer e Petrobras. Alguns exemplos de projetos desenvolvidos pela equipe, são: Projeto Boia Yara, desenvolvido em parceria com a Engie, contemplava o desenvolvimento e instrumentação de uma bóia para medição de parâmetros da água em um reservatório; Projeto de monitoramento de ativos com RFID em parceria com a CELESC; Projeto OPV em conjunto com a CELESC que contemplava o desenvolvimento e caracterização de painéis fotovoltaicos orgânicos; e o projeto OLED de LEDs orgânicos em parceria com a Philips.

Na área de termografia e inspeção com VANT a equipe atua em parceria com a Petrobras, tendo realizado o projeto NIBO (Medição Não-Intrusiva de Borra em Tanques) que tinha como principal objetivo o desenvolvimento de um sistema de medição por termografia e processamento de imagem para detecção de borra em tanques de petróleo. Os resultados obtidos com o desenvolvimento deste projeto geraram um novo projeto intitulado NIBO+, no qual será realizada a implementação de VANTs equipados com câmera térmica para automatizar o processo de aquisição de imagens. Um segundo projeto (Metroleak), ainda em fase de contratação, com a Petrobras também prevê a utilização de câmeras térmicas e técnicas de inteligência artificial na detecção de vazamento de gases em refinarias.

- Alexandre Marcondes possui graduação em Mecatrônica Industrial e pós graduação em nível de mestrado em Metrologia científica e Industrial. Possui experiência no desenvolvimento de projetos de inovação tecnológica, tendo gerenciado diversos projetos como coordenador do laboratório de Instrumentação e Automação da Fundação CERTI, também é termografista nível 1 certificado pelo ITC (Infrared Training Center) e piloto de VANT cadastrado no DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo). Dentro do presente projeto realizará o gerenciamento e coordenação das atividades.

- Filipe Fontana possui graduação em Mecatrônica Industrial e pós graduação em nível de mestrado em Engenharia Mecânica com foco em Metrologia e Instrumentação. Possui experiência no desenvolvimento de projetos na área de termografia, metrologia e instrumentação industrial, também é termografista nível 1 certificado pelo ITC (Infrared Training Center) e piloto de VANT cadastrado no DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo). Dentro das atividades do projeto atuará como pesquisador

e desenvolvedor.

- Jonas Fortunato Honorato possui graduação em Engenharia Elétrica. Possui experiência em processamento de imagens e termografia, tendo atuado em projetos anteriores como desenvolvedor de software e algoritmos, também é termografista nível 1 certificado pelo ITC (Infrared Training Center) e piloto de VANT cadastrado no DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo). Neste projeto executará as atividades como pesquisador e desenvolvedor.

- Matheus Kraemer Bastos do Canto possui curso técnico em Eletrotécnica, atualmente está finalizando o curso de Engenharia de Controle e Automação. Possui experiência no desenvolvimento de soluções de navegação e mapeamento para VANT e robótica móvel utilizando o framework Robot Operating System (ROS). Participação em projeto, junto ao WZL (Werkzeugmaschinenlabor - Aachen university) focado na inspeção aérea de falhas em aeronaves de grande porte, onde colaborou no desenvolvimento do módulo de predição de um sistema iGPS (indoor GPS) para posição do VANT de inspeção e desenvolvimento de interface para comunicação entre controlador de voo PX4 e ROS. Neste projeto atuará como técnico responsável pela integração dos sistemas em desenvolvimento e no desenvolvimento experimental da solução de navegação autônoma com VANTs.

- Gustavo Daniel Donatelli possui formação como Técnico Mecânico pela Escuela Nacional de Educación Técnica Henry Ford (1976, Argentina), Engenheiro Mecânico pela Universidad Tecnológica Nacional (1984, Argentina) e Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina, área de concentração Metrologia e Instrumentação (1999, Brasil). Desde 2002, colabora com o programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina como professor e orientador de dissertações de mestrado e teses de doutorado. Membro do TC-14 da IMEKO (Measurement of Geometrical Quantities). Atualmente, responde pela direção executiva do Centro de Metrologia e Instrumentação da Fundação CERTI. Possui experiência em desenvolvimento de sistemas mecânicos, fabricação mecânica, garantia da qualidade e metrologia. Desenvolve pesquisas em metrologia dimensional e geométrica e métodos estatísticos para garantia da qualidade. Dentro do projeto irá atuar como consultor no desenvolvimento das atividades e garantia da qualidade.

- Miguel Burg Demay possui graduação em Engenharia de Controle e Automação Industrial pela Universidade Federal de Santa Catarina (2005), mestrado em Metrologia Científica e Industrial (2008) e doutorado em Engenharia Mecânica (2015), com ênfase em Metrologia e Instrumentação, pela mesma instituição. Atualmente, atua como pesquisador na Fundação CERTI, no Centro de Metrologia e Instrumentação (CMI). Possui forte atuação no desenvolvimento de sistemas de medição e em processamento digital de sinais, além de bons conhecimentos em sistemas embarcados, eletrônica analógica e digital, sistemas de medição, metrologia óptica e processamento digital de imagens. Dentro do projeto atuará como pesquisador desenvolvedor auxiliando o time no desenvolvimento de algoritmos inteligentes.

- Marcos Vinícius Rodrigues Lopes Granado possui curso técnico em Eletrotécnica e graduação no curso superior de Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), atualmente atua como pesquisador desenvolvendo projetos no laboratório de Instrumentação e Testes da fundação CERTI. Dentro do projeto atuará como pesquisador desenvolvedor atuando dando apoio ao time no desenvolvimento do sistema de medição e software.

- Tiago Muner Zilio Engenheiro Mecânico (2010), Mestre em Projeto e Processos de Fabricação (2014) pela Universidade de Passo Fundo (UPF) e doutorando em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina. Experiência de 8 anos na indústria automotiva, atuando no desenvolvimento de produtos (Ônibus), sendo os três últimos anos dedicados a automação e parametrização de projetos. Atualmente pesquisador na Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras, integrando a equipe pertencente ao Centro de Metrologia e Instrumentação (CMI), atuando no desenvolvimento e realização de cursos, prestação de consultorias técnicas e execução de projetos nas áreas de Metrologia, Garantia da Qualidade. Dentro do projeto atuará como desenvolvedor apoiando o time no projeto mecânico e garantia da qualidade.

- Eduardo Ferreira possui graduação em Desenho Industrial pela FAAP-Fundação Armando Álvares Penteado em São Paulo. Trabalhou na Itautech e na SID Informática, empresa do Grupo SHARP, criando produtos para automação bancária, comercial e microcomputadores; participou de projetos para ambientes de autoatendimento bancário e desenvolveu trabalhos no campo da Comunicação Visual. Atualmente é designer industrial na Fundação CERTI onde desenvolve produtos nas áreas da educação, iluminação, edutainment, bancária e do comércio. Através do Sapiens Parque, Instituto Sapiencia, e da Sábila Experience, empresa de inovação social e tecnológica, participou de projetos nas áreas da chamada economia da experiência e da transformação. Áreas de estudo: Design Industrial, Design Universal, Usabilidade, Ergonomia, Design Gráfico, Projeto Mecânico, Prototipagem Rápida e Fabricação. No projeto atuará em conjunto com o time de mecânica no desenvolvimento da solução do sistema e desenvolvimento do ambiente virtual para testes com VANT.

- Talles José de Oliveira especialista em Engenharia da Qualidade com pós-graduação pela SOCIESC (2015), Designer de Produtos pela UNISUL-SC (2011), Técnico em Mecânica de Precisão pelo SENAI / CETEMP (2000), especialista em Medição por Coordenadas. Atualmente responde pela Coordenação de Qualidade, Segurança, Meio Ambiente e Saúde do Centro de Metrologia e Instrumentação da Fundação CERTI, também é termografista nível 1 certificado pelo ITC (Infrared Training Center). Dentro do projeto atuará em conjunto com o time de desenvolvimento mecânico no desenvolvimento da solução do sistema e desenvolvimento do ambiente virtual para testes com VANT.

- Pedro Ivo Pereira Gomes graduado em Ciência da Computação, pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Tem experiência como analista, arquiteto e desenvolvedor de software trabalhando com métodos ágil, integração contínua e utilizando modernos frameworks com integração frontend, backend e mobile. No Instituto Sapiencia vem atuando em diversos projetos para multinacionais como Siemens, Philips, WEG, John Deere e em tecnologias educacionais para o Ministério da Educação. Possui certificação Sun Certified Java Programmer (SCJP) e Scrum Master. Foi investigador nos Testes Públicos de Segurança do Sistema Eletrônico de Votação do Tribunal Superior Eleitoral. Dentro do projeto fará parte do time dando apoio ao desenvolvimento do software.

1.3 Descrição e motivação

O desenvolvimento deste projeto tem por objetivo aprimorar técnicas de inspeção por termografia aplicadas a equipamentos elétricos em subestações, adicionando inteligência artificial a processos que hoje são realizados por especialistas. O monitoramento e a inspeção de equipamentos instalados em subestações é de suma importância para a concessionária, tendo em vista o planejamento de procedimentos de manutenção e a detecção de falhas. Aumentar o nível de disponibilidade dos equipamentos e diminuir o risco de acidentes são os principais fatores que motivam o desenvolvimento

deste projeto, assim como a redução de custo relacionado ao processo de inspeção com câmeras térmicas se comparado ao procedimento realizado de forma manual.

Com o desenvolvimento deste projeto espera-se aplicar técnicas de processamento de imagem e inteligência artificial a inspeção e monitoramento de equipamentos de alto valor agregado por meio da termografia. O monitoramento destes pontos de interesse serão realizados por câmeras térmicas inteligentes e fixas com capacidade para inspecionar de forma contínua, tornando possível a detecção de possíveis falhas e comportamentos anômalos de forma muito mais rápida e assertiva.

O projeto também prevê uma investigação a respeito do uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) equipados com câmera térmica para realização de rotinas de inspeção adaptativas e autônomas em subestações, esta etapa do projeto tem caráter experimental e visa obter informações a respeito da legislação, protocolos de segurança e viabilidade do uso de VANTs para a inspeção de subestações. As vantagens do uso de VANTs estão relacionadas a menor exposição do operador a zonas de risco, menor tempo de inspeção e possibilidade de obter ângulos diferentes em comparação às medições feitas a partir do chão, elevando a qualidade da e reduzindo a incerteza da medição.

As melhorias previstas com o desenvolvimento deste projeto visam aumentar a segurança durante a operação, agregar informação ao processo de planejamento de manutenção e evitar a exposição do operador a situações de risco. Paralelamente, os benefícios a concessionária se estendem em relação a redução de custo com o melhor planejamento da manutenção, menor índice de falha nos equipamentos e menor demanda de especialistas em termografia para realização de procedimentos de inspeção.

1.4 Objetivos

Realizar o monitoramento inteligente de falhas em equipamentos elétricos em subestações por meio de termografia e algoritmos inteligentes de processamento de imagem.

Objetivos específicos:

- Desenvolver e testar metodologia para monitoramento de pontos quentes por meio de câmeras térmicas fixas inteligentes.
- Desenvolver e testar algoritmo de processamento de imagem para detecção de pontos quentes nas imagens térmicas adquiridas por câmeras fixas.
- Desenvolver e testar software para controle das câmeras e detecção de possíveis falhas.
- Desenvolver e testar controle adaptativo e autônomo para uso de VANTs associado a câmeras térmicas no monitoramento de equipamentos elétricos.

1.5 Justificativas

Conforme as constantes quebras de recorde de consumo de energia registradas a cada ano, a necessidade de se manter a maior disponibilidade possível das estações de geração, transmissão e distribuição de energia aumenta. Com isso, o investimento para melhoria dos procedimentos de manutenção, inspeção e monitoramento devem ser proporcional às melhorias esperadas. O desenvolvimento deste projeto prevê uma significativa melhora no monitoramento de pontos com possíveis falhas e na geração de dados para realização de procedimentos de manutenção. Essas melhoras significam maior disponibilidade da subestação, e desta forma, menor prejuízo com paradas inesperadas e falhas.

As tecnologias de captura de imagens térmicas tem avançado nos últimos anos, tornando esta, uma

ferramenta fundamental para inspeção de equipamentos onde há risco ao operador, pelas suas características as inspeções por termografia ocorrem sem contato, reduzindo a exposição a situações de risco.

O uso de termografia para análise de integridade em subestações é amplamente difundido, sendo esta uma ferramenta imprescindível no auxílio a manutenção. Como forma de atualizar os procedimentos e tecnologias em uso este projeto propõe a adição de algoritmos inteligentes, câmeras inteligentes de monitoramento contínuo e VANTs, com rotinas adaptativas e autônomas, como forma de modernizar os sistemas de monitoramento da integridade de subestações e reduzir custos.

1.6 Benefícios esperados

Aplicação de conceitos da manutenção preditiva associado ao processamento inteligente de imagens como forma de gerar informação e alimentar os processos de planejamento da manutenção a partir dos dados térmicos adquiridos pelas câmeras de monitoramento contínuo. Espera-se também uma redução no tempo de parada por falhas em equipamentos. O monitoramento contínuo dos principais equipamentos e uso de algoritmos inteligentes para detecção de anomalias possibilita a redução do número de especialistas em termografia presentes em cada subestação, sendo que um especialista pode monitorar diversas subestações a partir do monitoramento das câmeras conectadas à rede. Os benefícios esperados a partir do desenvolvimento deste projeto estão relacionados a redução de custo nas operações de avaliação da integridade de equipamentos por meio da redução de homem-hora nas inspeções.

A realização de procedimentos de manutenção mais eficientes reduz a frequência de paradas não planejadas, melhorando os indicadores de continuidade de fornecimento como DIC (Duração de interrupção individual por unidade consumidora), FIC (Frequência de interrupção individual por unidade consumidora) e DMIC (Duração máxima de interrupção contínua por unidade consumidora ou ponto de conexão). O não cumprimento dos limites impostos pela ANEEL, relativos aos indicadores de continuidade, gerou multas pelas quais a COPEL pagou aproximadamente 85 milhões de reais nos últimos cinco anos, segundo dados divulgados pela ANEEL.

Além dos benefícios econômicos, destaca-se a menor exposição dos operadores à situações de risco durante as inspeções em campo e auxílio de algoritmos inteligentes para detecção de possíveis falhas em equipamentos, o que viria a reduzir as taxas de acidentes de trabalho, melhorando indicadores como TXGRAC (Taxa de gravidade de acidentes do trabalho) e TXFQAC (Taxa de frequência de acidentes do trabalho), tendo este último indicador se mostrado mais elevado na COPEL-DIS com relação à outras distribuidoras de grande porte da região sul nos anos de 2017 e 2016, segundo a ANEEL.

1.7 Metodologia

A metodologia de desenvolvimento a ser utilizada para este projeto segue modelo utilizado pela CERTI, denominado Sistema de Desenvolvimento de Soluções (SDS). Este modelo é aplicável de forma abrangente a projetos de desenvolvimento de sistemas e produtos. O SDS aplica-se de forma especial a projetos de inovação, subdividindo o desafio de um projeto amplo em fases, com tomadas de decisão intermediárias entre as fases e sistema de risco gerenciado.

O SDS divide um projeto em quatro possíveis fases, apresentadas a seguir:

- Fase 0 mapeamento e elaboração do conceito básico da solução: esta etapa tem por objetivo levantar requisitos e mapear soluções e cenários de uso, para desenvolvimento de um conceito de produto e definição da arquitetura a ser desenvolvida.

- Fase 1 desenvolvimento da solução conceitual: esta etapa tem por objetivo caracterizar a arquitetura detalhada da solução escolhida, agregando informações detalhadas sobre o conceito e modelo, potenciais provedores, mercado e demais fatores envolvidos. O objetivo é desdobrar o conceito de solução até o nível que permita ser desenvolvido um produto ou solução.
- Fase 2 desenvolvimento da solução detalhada: esta etapa tem por objetivo a elaboração do projeto de engenharia detalhado da solução, incluindo hardware, software, aspectos de usabilidade, bem como materiais e processo básico para sua fabricação. Nesta etapa são realizadas atividades de design e construção de produto.
- Fase 3 fabricação em escala e testes: esta etapa tem por objetivo a fabricação em escala do produto.

O projeto proposto realizará de forma, inteira ou parcial, somente as fases pertinentes ao objeto desta proposta.

A metodologia de gestão SDS estabelece os seguintes instrumentos básicos como indicadores de acompanhamento:

- Cronograma: o desenvolvimento do projeto deverá ser acompanhado através de avaliações e atualizações periódicas do andamento das atividades previstas em seu cronograma de execução;
- Orçamento: a utilização dos recursos financeiros alocados ao projeto será acompanhada tomando-se como base o orçamento aprovado para o projeto;
- Relatórios de acompanhamento dos resultados: ao longo do projeto deverão ser gerados relatórios de acompanhamento dos resultados decorrentes de sua execução.

O projeto terá duração de 24 meses e será subdividido em duas linhas principais de pesquisa. A primeira, compreendida entre as etapas 01 e 16, relativa ao desenvolvimento do sistema fixo de monitoramento com câmara térmicas. A segunda linha, compreendida entre as etapas 17 e 22, relativa ao desenvolvimento experimental para uso de VANTs equipados com câmeras térmicas em subestações. A etapa 23 refere-se à gestão do projeto, a qual ocorre em paralelo às duas linhas durante todo o período do projeto.

ETAPA 01 - 3 meses (mês 1 ao 3) - Estudo da viabilidade econômica e levantamento do estado da arte e das potencialidades da termografia e IA: Levantar as possibilidades de aplicação de termografia e processamento de imagem em instalações elétricas de subestações e realizar estudo sobre a viabilidade econômica para aplicação do sistema em desenvolvimento. Entrega: Relatório com as possibilidades de detecção a partir da termografia e processamento digital das imagens, voltados ao setor elétrico e estudo sobre a viabilidade de econômica para aplicação dos sistemas em desenvolvimento.

ETAPA 02 - 1 mês (mês 3) - Realização de dinâmica em grupos para apresentar as potencialidades e coletar demandas/aplicações: Realizar reunião entre a equipe COPEL e CERTI para coletar possíveis aplicações e demandas para monitoramento por termografia. Entrega: Reunião com a COPEL e caderno de aplicações em potencial para realização do monitoramento por termografia. Entrega: Reunião com a COPEL e caderno de aplicações em potencial para realização do monitoramento por termografia.

ETAPA 03 - 1 mês (mês 4) - Classificação das demandas/aplicações coletadas: Classificar as aplicações mapeadas de acordo com aplicabilidade e importância para as subestações. Entrega: Relatório com a classificação das aplicações descritas na atividade anterior, elencando as melhores aplicações a serem monitoradas.

ETAPA 04 - 1 mês (mês 4) - Mapeamento e definição das subestações para coleta de imagens térmicas: Mapear subestação, número de pontos de medição e posicionamento para realização das inspeções térmicas com câmeras fixas. Entrega: Relatório com a definição dos pontos de medição das aplicações a serem monitoradas e número de câmeras necessárias para realização do monitoramento.

ETAPA 05 - 2 meses (mês 5 ao 6) - Capacitação da equipe para expedição em campo (NRs, Termografia): Capacitar a equipe CERTI para realização de operações nas subestações COPEL. Entrega: Capacitação da equipe CERTI para entrada e trabalho na subestação.

ETAPA 06 - 2 meses (mês 6 ao 7) - Operacionalização da expedição em campo: Operacionalizar visita a subestação da COPEL para aquisição de imagens térmicas preliminares com a câmera fixa e com o VANT. Entrega: Relatório de testes iniciais com a aquisição das imagens térmicas e relatório com as informações pertinentes para o desenvolvimento da solução.

ETAPA 07 - 4 meses (mês 7 ao 10) - Teste de algoritmos de processamento das imagem e IA para sistema fixo de monitoramento: Testar algoritmos de processamento de imagens disponíveis no mercado e classificá-los de acordo com suas capacidades. Entrega: Relatório de testes gerados a partir do teste de algoritmos de processamento de imagem aplicado às imagens adquiridas em campo.

ETAPA 08 - 2 meses (mês 10 ao 11) - Definição de requisitos de arquitetura do sistema fixo de monitoramento: Definir os requisitos necessários para instalação e integração do protótipo à subestação. Entrega: Caderno de requisitos a respeito da infraestrutura e arquitetura necessárias para implantação da solução.

ETAPA 09 - 1 mês (mês 11) - Definição de requisitos software para sistema fixo de monitoramento: Definir os requisitos de software de forma a atender as necessidades da COPEL. Entrega: Caderno de requisitos de software.

ETAPA 10 - 1 mês (mês 12) - Definição de requisitos hardware para sistema fixo de monitoramento: Definir os requisitos de hardware de forma a atender as necessidades da COPEL. Entrega: Caderno de requisitos de hardware.

ETAPA 11 - 7 meses (mês 12 ao 18) - Desenvolvimento do software para sistema fixo de monitoramento: Desenvolver o software para processamento das imagens térmica de forma a compor sistema fixo de monitoramento. Entrega: Software para processamento das imagens térmicas.

ETAPA 12 - 3 meses (mês 16 ao 18) - Projeto e fabricação mecânica para sistema fixo de monitoramento: Desenvolver e fabricar o aparato mecânico de acordo com os requisitos predefinidos. Entrega: Protótipo pronto para instalação na subestações desenvolvidos a partir dos cadernos de requisitos.

ETAPA 13 - 3 meses (mês 18 ao 20) - Integração e teste do sistema fixo de monitoramento em laboratório: Integrar a solução mecânica, hardware e software e realizar testes de funcionamento em laboratório. Entrega: Protótipo funcional operando em laboratório.

ETAPA 14 - 2 meses (mês 20 ao 21) - Planejamento e operacionalização do sistema fixo de monitoramento em uma subestação real: Planejar e visitar a subestação para realização da

operacionalização do protótipo em campo. Entrega: Caderno de requisitos a serem atendidos pela COPEL para operacionalização do protótipo em campo e implantação do sistema na subestação.

ETAPA 15 - 3 meses (mês 21 ao 23) - Acompanhamento e análise de resultados do sistema fixo de monitoramento: Acompanhar a aquisição de dados e resultados gerados a partir da instalação do protótipo em campo. Entrega: Relatório a respeito das imagens adquiridas em campo e funcionalidade do sistema fixo de monitoramento.

ETAPA 16 - 3 meses (mês 1 ao 3) - Levantamento do estado da arte e das potencialidades do uso de VANT e termografia em subestações: Pesquisar o estado da arte relativo ao uso, em conjunto, de VANTs e câmeras térmicas em subestações e suas potenciais aplicações. Entrega: Relatório a respeito das potencialidades em relação ao uso de VANTs em subestações.

ETAPA 17 - 2 meses (mês 3 ao 4) - Mapeamento da legislação para uso de VANTs em subestações: Mapear as normas de segurança para operação com VANTs, pesquisar legislação específica para o setor elétrico a nível nacional e internacional. Entrega: Relatório a respeito das normas de segurança e legislação vigente para o uso de VANTs em subestações.

ETAPA 18 - 3 meses (mês 4 ao 6) - Estudo para aplicação de controle autônomo de voo em sistemas de inspeção com VANT: Estudar a aplicação de algoritmos para controle autônomo de VANT e realizar testes em laboratório para avaliar a viabilidade de aplicação em campo. Entrega: Relatório com análise dos principais algoritmos para controle autônomo de VANTs.

ETAPA 19 - 13 meses (mês 6 ao 18) - Desenvolvimento de sistema autônomo de voo para VANT: Desenvolver sistema para controle autônomo do VANT. Entrega: Prova de conceito do sistema autônomo para controle do VANT.

ETAPA 20 - 2 meses (mês 17 ao 18) - Teste do VANT com câmera termográfica em uma subestação real: Testar as aplicabilidades do uso de VANT com câmera térmica na subestação selecionada, testes serão realizados com piloto. Entrega: Relatório e imagens térmicas a respeito da capacidade de inspeção do VANT.

ETAPA 21 - 5 meses (mês 17 ao 21) - Teste do sistema autônomo de voo para VANTs em ambiente virtual: Testar em ambiente virtual rotinas de inspeção com VANT controlado de forma autônoma. Entrega: Relatório de testes experimentais em ambiente virtual.

ETAPA 22 - 4 meses (mês 20 ao 23) - Teste do sistema autônomo de voo para VANTs em ambiente físico: Testar em ambiente seguro o VANT controlado de forma autônoma. Entrega: Relatório de testes experimentais em ambiente físico utilizando sistemas automatizados para controle do VANT.

ETAPA 23 - 24 meses (mês 1 ao 24) - Gestão do projeto: Acompanhar o desenvolvimento do projeto, realizar as atividades de gestão e a finalização do projeto conforme regimentos. Entrega: Relatório de fechamento do projeto.

1.8 Estado da arte, trabalhos correlatos e bibliografia

Muitos são os esforços visando melhorar as práticas de manutenção em subestações. Busca-se a partir

desses estudos um melhor gerenciamento dos ativos, utilizando ferramentas e práticas mais eficientes e seguras. Essas ferramentas são baseadas em técnicas de manutenção preditiva, no qual é realizado o acompanhamento de parâmetros do equipamento e a partir dos dados adquiridos, aliado a experiência do operador é possível inferir o estado atual de funcionamento do equipamento.

Trabalhos recentes têm explorado o potencial da termografia para inspeção e manutenção preditiva em subestações, como o trabalho de Pereira (2016), que apresenta análises de imagens termográficas de duas subestações da empresa CEEE-GT, onde anomalias puderam ser detectadas. Frizzo, Libardoni e Kotlinski (2017) realizaram uma pesquisa bibliográfica abordando os principais pontos da aplicação da termografia, exibindo exemplos de falhas em ativos de subestações e como essas podem ser identificadas através de imagens térmicas. Glava, Józsa e Bari (2016) apresenta a correlação entre medidas de grandezas elétricas e da termografia, utilizando os critérios de temperatura absoluta e variação de temperatura, para diagnosticar o estado de equipamentos de uma subestação, apresentando exemplos práticos em um sistema real. Madding, Leonard e Orlove (2002) levanta cuidados e boas práticas de inspeção termográfica em subestações, atentando para a importância de associar as imagens infravermelhas com medidas elétricas e características do ambiente como velocidade do vento. Nascimento et al. (2009) apresenta uma metodologia, desenvolvida pelo CEPEL, para diagnóstico de pára-raios do sistema da Eletronorte. A metodologia associa a termografia a medições de correntes de fuga e radiointerferência causada pela ionização nos pára-raios, apresentando resultados de testes em laboratório e em campo.

Há também propostas de metodologia de detecção autônoma de anomalias em subestações como o trabalho de Ullah et al. (2017), que com o uso de processamento de imagem e inteligência artificial obteve uma precisão de 84% na identificação de ativos defeituosos e não defeituosos através de imagens termográficas. Harishkumar, Mohammed e Mujtaba (2014) propõe automatizar o processo de manutenção, com a utilização de uma câmera termográfica acoplada a um robô seguidor de linha que percorre automaticamente a subestação para monitorar pontos quentes em transformadores de potência. A partir do processamento da imagem é possível verificar a temperatura em tempo real do equipamento e em caso de alguma anomalia, o sistema de segurança é acionado. Santos (2017) apresenta uma proposta para a utilização de câmeras termográficas acoplados em VANTs para a inspeção de linhas de distribuição.

Os trabalhos citados acima demonstram que nos últimos anos diversos estudos vêm sendo realizados de forma a melhorar o sistema de detecção de falha em equipamentos. A linha de pesquisa destes trabalhos demonstra que o projeto proposto neste documento está de acordo com o que vem sendo estudado ao longo dos últimos anos por pesquisadores de todo o mundo, adicionando elementos inovadores como o uso de VANT para inspeção em subestações e o uso de processamento de imagem para detecção de possíveis falhas.

Uma pesquisa na base de dados de projetos ANEEL resultou em projetos que visam a melhoria dos sistemas de inspeção utilizando termografia. O projeto PD-6072-0264 tem como tema a utilização de um VANT de asa fixa para realizar rotas de inspeção de forma autônoma em linhas de transmissão, visando a inspeção de cabos, conexões, isoladores, e ainda, a análise da faixa de servidão e vias de acesso às linhas de transmissão. A solução proposta pelo projeto tem como objetivo auxiliar os procedimentos de manutenção preventiva e corretiva das linhas, assim como, utilizar as imagens aéreas adquiridas com câmera térmica para análise de pontos quentes e possíveis problemas. Também relacionado a inspeção de linhas de transmissão, o projeto PD-4950-0472 tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema

computacional para detecção automática de problemas em linhas de transmissão de energia. O projeto prevê também a aquisição das imagens por meio de VANTs. Estes dois trabalhos propõem o uso de VANTs para captura de imagens térmicas com foco na inspeção de linhas de transmissão, o projeto proposto neste documento prevê, além do uso de VANTs, câmeras térmicas fixas posicionadas para monitoramento contínuo de equipamentos de risco.

O projeto PD-0048-0016 tem por objetivo o desenvolvimento de um sistema robotizado para inspeção, por meio de imagens térmicas, autônoma de equipamentos em subestações, de forma a garantir o suprimento e qualidade no fornecimento de energia. Também é proposto pelo projeto PD-4950-0426 o desenvolvimento de um sistema automatizado para inspeção de equipamentos em subestações a partir de imagens térmicas, já o projeto PD-0404-0004 sugere o desenvolvimento de um sistema remoto para inspeção em subestações a partir de câmeras térmicas e processamento digital de imagens para análise das mesmas.

Grande parte dos projetos observados na base de dados da ANEEL sugerem o uso de drones para inspeção de linhas de transmissão como forma de inspecionar com maior frequência locais de difícil acesso, ou reduzir custos. Para inspeção em subestações são apresentadas soluções robotizadas para aquisição das imagens e algoritmos para processamento automático de imagens térmicas e análise de falhas. O sistema proposto pelo presente projeto visa, além do desenvolvimento de algoritmos para detecção de possíveis falhas, o monitoramento contínuo de pontos críticos a partir de câmeras térmicas de baixo custo. A utilização dos VANTs para o monitoramento de equipamentos em subestações teria caráter complementar, adquirindo imagens em locais onde a inspeção a partir do solo não é possível.

Em relação aos projetos aprovados para a segunda etapa de avaliação nesta chamada pública destaca-se o projeto para utilização de VANT e Inteligência Artificial para geração automática de traçado ótimo de LD e projeto RPA utilizando machine learning e inteligência cognitiva. Estes projetos podem caminhar em conjunto e convergir para soluções integradas para planejamento de manutenções, monitoramento de ativos e segurança em operações.

Referências:

DINIZ, Henrique Eduardo Pinto. Termografia quantitativa como ferramenta de gestão de ativos do sistema elétrico de potência. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Pós Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

FRIZZO, Leonardo Armando; LIBARDONI, Maria Augusta Boniatti; KOTLINSKI, Eliseu. Estudo da técnica de termografia em equipamentos utilizados nas redes de média e alta tensão. In: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2017, Ijuí. Anais [...]. Ijuí: Salão do conhecimento, 2017.

GLAVA, Hrvoje; JÓZSA, Lajos; BARI, Tomislav. Infrared thermography in energy audit of electrical installations. Tehni ki Vjesnik, Osijek, Croacia, n. 23, p. 1533-1539, 5 maio 2016.

HARISHKUMAR, S.; MOHAMMED, V.R; MUJTABA, B.M. Detection of hot spots by thermal imaging to protect power equipments. International Journal of Students Research in Technology & Management, Vellore, India, n. 2, p. 64-66, 1 mar. 2014.

MADDING, R.; LEONARD, K.; ORLOVE, G.L. Important measurements that support infrared surveys in substations. In: INFRAMATION, 2002, North Billerica. Proceedings [...]. [S. l.]: FLIR, 2002.

NASCIMENTO, Júlio Antônio Salheb do et al. Metodologia para medir a temperatura de pára raios de 69kv a 500kv por termovisão nas subestações da eletronorte. In: XX SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2009, Recife. Grupo VIII [...]. Belém: SNPTEE, 2009.

PEREIRA, Éderson Possobom. Termografia Infravermelha em Subestação de Alta Tensão. 2016. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2016.

SANTOS, Tiago Pereira dos. O Estudo do Estado da Arte dos Procedimentos de Termografia na Manutenção dos Sistemas Elétricos. 2017. 94 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

ULLAH, Irfan et al. Predictive maintenance of power substation equipment by infrared thermography using a machine-learning approach. Energies, Chongqing, China, n. 10, p. 1-13, 1 dez. 2017.

2 Visão analítica

2.1 Originalidade

2.1.1 Estado da arte

Diversas técnicas preditivas já são utilizadas para manutenção em subestações, na qual pode ser destacada o uso da termografia aplicada à identificação de pontos quentes em equipamentos elétricos. Embora seja um avanço no gerenciamento de ativos, essa técnica ainda é realizada manualmente na grande maioria das aplicações, sendo necessária a presença de um operador em campo para realizar a captura de imagens térmicas. Em determinadas subestações, por consequência da quantidade de equipamentos próximos uns aos outros, torna-se inviável ao operador obter uma imagem satisfatória de todos os pontos de interesse.

Com o objetivo de mitigar as deficiências apresentadas na bibliografia e otimizar as técnicas de manutenção, este projeto visa desenvolver uma metodologia utilizando câmeras fixas inteligentes atuando de forma autônoma, instaladas em pontos estratégicos, visando obter uma melhor visualização dos equipamentos presentes nas subestações. Deseja-se estudar as técnicas de inspeção de linhas de transmissão e distribuição utilizando VANTs como apresentado em Vega et al. (2014) e adaptá-las à inspeção de subestações, aplicando-as de forma automatizada no monitoramento de equipamentos elétricos presentes em subestações.

Além disso, a inserção de tecnologias de processamento de imagem e técnicas de inteligência artificial auxiliam na identificação precoce de falhas, permitindo diagnósticos mais rápidos e precisos, diminuindo a quantidade de falhas e garantindo a continuidade do fornecimento de energia elétrica, como apresentado em Ullah et al. (2017), no qual foi utilizado algoritmos de machine learning aplicados a identificação de ativos defeituosos e não defeituosos através de imagens termográficas.

Referências:

VEGA, L.F.L. et al. Power line inspection via an unmanned aerial system based on the quadrotor helicopter. IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference, Beirut, Líbano, n. 17, p. 393-397, 14 abr. 2014.

ULLAH, Irfan et al. Predictive maintenance of power substation equipment by infrared thermography using a machine-learning approach. Energies, Chongqing, China, n. 10, p. 1-13, 1 dez. 2017.

2.1.2 Desafio (complexidade)

Os desafios a serem enfrentados neste projeto são o desenvolvimento de algoritmos inteligentes de processamento de imagem e inteligência artificial associados às métricas da operação, condições climáticas e limitações na qualidade das imagens térmicas adquiridas. O mapeamento dos pontos de coleta das imagens térmicas deve estar associado aos locais com maior incidência de falhas e a equipamentos de alto valor agregado. Outro desafio será o desenvolvimento do software de monitoramento e controle, capaz de se adaptar às diferentes condições de cada subestação de forma a disponibilizar o melhor resultado a cada medição realizada.

Por último, a aplicação de VANTs para o monitoramento térmico dos equipamentos é um grande desafio a ser vencido, as questões relacionadas a segurança durante a operação são a maior preocupação da equipe. Para isso, um mapeamento a respeito de normas de segurança e testes em locais seguros devem ser realizados para garantir que os testes em campo serão realizados com a maior segurança possível.

2.1.3 Avanço

O projeto propõe avanços significativos em relação ao uso da termografia para monitoramento da integridade de equipamentos em subestações associado a processamento de imagens e inteligência artificial. O monitoramento de equipamentos por termografia é amplamente difundido no setor de energia, os avanços esperados estão relacionados a novos métodos de inspeção, a partir do monitoramento contínuo de ativos e também do uso de processamento inteligente no auxílio da detecção de pontos com possíveis falhas. Outro avanço esperado está relacionado a aplicabilidade do uso de VANTs equipados com câmeras térmicas para a análise da integridade de equipamentos em subestações. A vantagem do uso de VANTs está na redução do tempo de inspeção e a possibilidade de inspecionar equipamentos de difícil acesso por via terrestre.

Durante o desenvolvimento do projeto será elaborado um novo procedimento de inspeção, adequado às novas tecnologias empregadas, assim como treinamento dos especialistas da COPEL para trabalharem em conjunto com os novos algoritmos desenvolvidos.

2.1.4 Produto

O principal produto proposto pelo projeto é um sistema de monitoramento compostos por câmeras térmicas inteligentes fixas controladas por um software de monitoramento de algoritmos inteligentes para detecção de possíveis falhas. O sistema permitirá a adição de novas câmeras ao sistema de monitoramento, assim como configurar os pontos de interesse nas câmeras cadastradas. O método de análise de falha também poderá ser alterado no sistema, dentre as possibilidades destaca-se análise de delta de temperatura e temperatura máxima da cena.

As câmeras terão conectividade e poderão ser conectadas à rede da COPEL já existente nas subestações. Sendo assim diversas subestações poderão ser controladas a partir de um único ponto de monitoramento. Aproveitando a capacidade de processamento local das câmeras inteligentes previstas no projeto, a estrutura de armazenamento, processamento e transmissão de imagens será mínima, somente com o necessário para funções de configuração e monitoramento do sistema. O projeto prevê o uso de infraestrutura de rede/servidor já existentes na COPEL, permitindo a integração total do produto ao cotidiano da concessionária. O projeto seguirá ao máximo as diretrizes do documento Arquitetura de Software de Desenvolvimento da STI.

As câmeras térmicas deverão ser de baixo custo para justificar a aplicação em diversos pontos de medição, assim como possuir um invólucro apropriado para instalação em campo.

Outro produto será o estudo e validação em nível de pesquisa do uso de VANTs autônomos para inspeção adaptativa de subestações com uso de câmeras termográficas e câmeras de luz visível.

2.2 Aplicabilidade

2.2.1 Contexto

Os resultados deste projeto serão implementados de forma experimental em uma subestação de médio porte da COPEL onde será possível validar o funcionamento do sistema desenvolvido. A partir desta implementação a COPEL poderá implementar em outras subestações, ou adicionar mais câmeras, ao sistema de medição utilizando o mesmo sistema desenvolvido.

O desenvolvimento experimental com o VANT será realizado com testes investigativos em uma subestação, estes serão realizados para adquirir imagens térmicas e validar a possibilidade do uso de VANTs para inspeções térmicas.

2.2.2 Abrangência

O projeto será aplicado de forma experimental em uma subestação no Paraná, podendo ser expandido para as demais subestações da concessionária. De acordo com as buscas relacionadas ao estado da arte e pesquisas correlatas, não foi encontrado nenhum sistema de monitoramento semelhante ao proposto neste projeto, desta forma, o projeto pode ser expandido a nível nacional e internacional.

O sistema proposto abrange o monitoramento térmico de equipamentos de alto valor e importância para manter a disponibilidade na transmissão de energia.

2.2.3 Resultados e comprovação da funcionalidade

Os resultados previsto na execução do projeto serão comprovados a partir da instalação do sistema de monitoramento a ser desenvolvido, um período de monitoramento está previsto para validar os resultados encontrados. A validação se dará a partir da análise das imagens por especialistas em termografia e em comparação a imagens obtidas pelo método manual de aquisição de imagens térmicas. Também está prevista a comparação em cenários de falhas entre o processo manual e o processo desenvolvido no projeto com as câmeras termográficas inteligente.

A validação do uso de VANTs para aquisição de imagens térmicas e avaliação da integridade de equipamentos será feita da mesma maneira, a partir da análise de especialistas das imagens térmicas adquiridas. A viabilidade do uso desta tecnologia será comprovada por meio da análise de normas de segurança e operação teste de VANTs em subestações.

A garantia de alinhamento às necessidades da COPEL se dará a partir de reuniões de acompanhamento do projeto, essas reuniões vão servir como complemento para o desenvolvimento do sistema de monitoramento.

2.3 Relevância

2.3.1 Capacitação profissional

A equipe da COPEL receberá capacitação nas áreas de termografia, processamento de imagens e em pilotagem de VANTs. Além disto, os membros da equipe da COPEL também poderão aproveitar os temas do projeto para se capacitarem em cursos de mestrado ou doutorado.

A nível de mestrado é esperada a capacitação do pesquisador, Matheus Kraemer Bastos do Canto, na área de engenharia de controle e automação, focando no tema de desenvolvimento de algoritmo para controle de VANTs, visando a captura autônoma de imagens em campo. Pretende-se promover a capacitação profissional a nível de mestrado do Marcos Vinicius Rodrigues Lopes Granado no tema: desenvolvimento de algoritmo de processamento de imagens para detecção de falhas em equipamentos elétricos por termografia. Por último, espera-se a capacitação a nível de mestrado do colaborador, Jonas Fortunato Honorato no tema: processamento de imagens térmicas para detecção de pontos quentes e medição quantitativa de temperatura.

A partir das dissertações geradas é esperada a publicação de artigos científicos em pelo menos três (03) eventos nacionais e um (01) internacional para cada tema. Também está previsto a submissão de pelo um trabalho por linha de pesquisa do projeto, câmeras inteligentes fixas e rota autônoma/adaptativa de VANTs, em periódicos reconhecidos.

2.3.2 Capacitação tecnológica

2.3.2.1 Produção técnico-científica

Está prevista a participação em congressos nacionais e internacionais, possivelmente alguns dos seguintes:

- Inframation;
- Thermal Imaging Conference;
- QUIRT - Quantitative InfraRed Thermography Conference;
- SNPTEE - Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica;
- ERIAC - Encontro Regional Ibero-americano do Cigré;
- EDAO - Encontro para debates de assuntos de operação;
- CITANEL - Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica;
- SIMAPASE - Simpósio de Automação de Sistemas Elétricos.

Além da participação em congressos, está previsto a submissão de pelo um trabalho em cada uma das duas linhas de pesquisa do projeto em periódicos reconhecidos do setor.

2.3.2.2 Apoio infraestrutura

As câmeras térmicas adquiridas pelo projeto, assim como o VANT equipado com câmera térmica ficarão a disposição da Fundação CERTI durante o desenvolvimento do projeto para a realização das atividades. Ao fim do projeto as câmeras fixas serão instaladas na subestação da COPEL em conjunto com o controlador industrial e software de monitoramento para obtenção de dados e validação do desenvolvimento realizado. O VANT ficará a disposição da COPEL com uso a ser determinado pela empresa.

2.3.2.3 Propriedade intelectual

Nesta etapa do desenvolvimento não está previsto o registro de propriedades intelectuais.

2.3.3 Impactos socioambientais

ISA 1 - Não está previsto nenhum impacto ambiental.

ISA 2 - Não se prevê a diversificação da matriz energética.

ISA 3 - Não é previsto o desenvolvimento de novas atividades socioeconômicas.

ISA 4 - Sim, pois a redução da exposição do operador a situações de risco e o monitoramento de ativos de forma não intrusiva aumentam significativamente a segurança durante as operações de inspeção em campo.

2.3.4 Impactos econômicos

Os impactos econômicos gerados pelo desenvolvimento deste projeto envolvem a criação de novos procedimentos de inspeção e tecnologias de monitoramento. A otimização no uso de especialistas para análise das imagens térmicas possibilita uma redução significativa em HH para a inspeção dos principais

pontos de falha. As câmeras de monitoramento contínuo possibilitam um aumento na segurança e confiabilidade das operações. Como consequência da obtenção de dados a respeito da integridade dos equipamentos é prevista também uma melhora na vida útil de cada equipamento uma vez que as manutenções poderão ser melhor planejadas, de forma a otimizar a substituição/manutenção de cada equipamento monitorado. Por último existem os impactos relacionados à melhora no fornecimento de energia, eles podem ser mensurados por meio dos indicadores de continuidade e pela imagem da empresa frente aos investidores.

2.4 Razoabilidade dos custos

2.4.1 Razoabilidade / justificativa dos custos

O investimento total estimado é de R\$ 2.877.080,50 (duração de 24 meses), incluindo RH, equipamentos necessários para aquisição e implementação do sistema de monitoramento por câmeras fixas e VANT com câmera térmica. Além disso, estão incluídos gastos relacionados a viagens e diárias, inscrição em congressos científicos e serviços de terceiros.

Os valores destinados a cada rubrica encontram-se a seguir:

Recursos Humanos CERTI (RH): R\$ 2.184.069,60

Recursos Humanos Instituto Sapientia (RH): R\$ 185.829,54

Recursos Humanos COPEL (RH): 38.681,36

Materiais Permanentes e Equipamentos (ME): R\$ 191.000,00

Serviços de Terceiros (ST): R\$ 47.000,00

Materiais de Consumo (MC): R\$ 10.000,00

Viagens e Diárias CERTI (VD): R\$ 73.100,00

Viagens e Diárias COPEL (VD): R\$ 4.400,00

Outros (OU): R\$ 143.000,00

Os equipamentos adquiridos neste projeto serão, 6 câmeras para térmicas para monitoramento a partir do sistema fixo, um (01) VANT equipado com câmera térmica próprio para inspeções industriais. Os serviços de terceiros incluem cursos para capacitação da equipe COPEL e CERTI. Dentro da rubrica de Materiais de Consumo encontram-se os gastos relativos a materiais de escritório, cabos e elementos mecânicos para montagem do sistema de fixação das câmeras. Nas Viagens e Diárias estão previstos algumas visitas técnicas a subestação da COPEL e viagens para reuniões de gestão e acompanhamento do projeto, a fim de apoiar a produção técnico-científica do projeto estão previstas também viagens para participação e apresentação de trabalhos em congressos. Na rubrica Outros, estão discriminados os investimentos relativos às inscrições em congressos nacionais e internacionais.

2.4.2 Viabilidade econômica

De forma direta o projeto reduz o custo de inspeções termográficas nas subestações. Considerando que o sistema fixo de câmeras termográficas gerará informações contínuas dos status das SEs (24 horas por dias, 7 dias por semana), somente inspeções preditivas serão necessárias. Neste cenário, estimando-se uma redução de 50% das inspeções, espera-se uma redução de aproximadamente R\$ 121.500,00 por ano com custo de homem x hora, sem considerar os gastos de logística.

Esta estimativa considera somente as SEs acima de 69 kV. Atualmente são cerca de 183 SEs acima de 69 kV. Considerando um custo de R\$ 83,00 por hora de um elemento, uma dupla percorreria todas as SEs em um ano. Considerando uma média de 4 horas por inspeção, já com deslocamento. Isto totaliza 1.464

horas por ano, em um custo total de R\$ 243.000,00.

De forma complementar, para os casos em que haja necessidade de inspeção termográfica presencial na SE, o uso de drones com rotas autônomas pode reduzir cerca de 50% do tempo. Ou seja, um ganho adicional de R\$ 60.750,00 por ano. Assim, a economia total com homem x hora seria de R\$ 182.250,00 por ano.

Com relação à segurança, a inspeção com o drone reduz ainda mais o risco de acidentes em SEs com a linha viva, permitindo a inspeção de pontos não visíveis pelo operador em terra.

Além disto, o desenvolvimento deste trabalho visa a redução no tempo de parada para manutenção de equipamentos, aplicando os conceitos da manutenção preditiva. Também diminui as paradas inesperadas devido à falhas em equipamentos, o que impactaria na redução de desligamentos acidentais nesses locais. Esses valores são difíceis de serem mensurados, mas, vale salientar que podem acarretar na interrupção do fornecimento de energia para uma grande quantidade de consumidores.

A melhora nos indicadores de disponibilidade e segurança do trabalho da empresa, como consequência do aperfeiçoamento dos procedimentos de manutenção e inspeção dos equipamentos, acarreta não apenas em ganhos financeiros direto, mas também na melhora da imagem da companhia frente aos seus investidores e consequente valorização dos ativos da empresa.

Detalhamento**Equipe do projeto**

Nome	Função	Titulação	Custo (R\$/h)
COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A.			
RODRIGO ZEMPULSKI FANUCCHI	GERENTE	MESTRE	R\$ 166,73
FUNDAÇÃO CENTROS DE REFERÊNCIA EM TECNOLOGIAS INOVADORAS			
ALEXANDRE MARCONDES	COORDENADOR	MESTRE	R\$ 108,85
EDUARDO FERREIRA	PESQUISADOR	SUPERIOR	R\$ 140,48
FILIPPE FONTANA	PESQUISADOR	MESTRE	R\$ 54,61
GUSTAVO DANIEL DONATELLI	PESQUISADOR	DOUTOR	R\$ 211,04
JONAS FORTUNATO HONORATO	PESQUISADOR	SUPERIOR	R\$ 34,08
MARCOS VINÍCIUS RODRIGUES LOPES GRANADO	PESQUISADOR	SUPERIOR	R\$ 34,08
MATEUS DIECKMANN DE OLIVEIRA	PESQUISADOR	MESTRE	R\$ 137,35
MATHEUS KRAEMER BASTOS DO CANTO	PESQUISADOR	TÉCNICO	R\$ 34,08
MIGUEL BURG DEMAY	PESQUISADOR	DOUTOR	R\$ 99,49
TALLES JOSÉ DE OLIVEIRA	PESQUISADOR	ESPECIALISTA	R\$ 99,92
TIAGO MUNER ZILIO	PESQUISADOR	MESTRE	R\$ 65,39
INSTITUTO SAPIENTIA			
PEDRO IVO PEREIRA GOMES	PESQUISADOR	SUPERIOR	R\$ 104,34

Totais por categoria contábil
Resumo Anual

Categoria contábil	Total do projeto	Ano 1	Ano 2
RECURSOS HUMANOS - FUNDAÇÃO CENTROS DE REFERÊNCIA EM TECNOLOGIAS INOVADORAS	R\$ 2.184.069,60	1.092.034,80	1.092.034,80
RECURSOS HUMANOS - INSTITUTO SAPIENTIA	R\$ 185.829,54	28.589,16	157.240,38
RECURSOS HUMANOS - COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A.	R\$ 38.681,36	20.007,60	18.673,76
VIAGENS E DIÁRIAS - COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A.	R\$ 4.400,00	2.200,00	2.200,00
MATERIAIS PERMANENTES E EQUIPAMENTOS - FUNDAÇÃO CENTROS DE REFERÊNCIA EM TECNOLOGIAS INOVADORAS	R\$ 191.000,00	191.000,00	0,00
VIAGENS E DIÁRIAS - FUNDAÇÃO CENTROS DE REFERÊNCIA EM TECNOLOGIAS INOVADORAS	R\$ 73.100,00	43.400,00	29.700,00
OUTROS - FUNDAÇÃO CENTROS DE REFERÊNCIA EM TECNOLOGIAS INOVADORAS	R\$ 142.999,84	66.999,92	75.999,92
SERVIÇOS DE TERCEIROS - FUNDAÇÃO CENTROS DE REFERÊNCIA EM TECNOLOGIAS INOVADORAS	R\$ 47.000,00	47.000,00	0,00
MATERIAIS DE CONSUMO - FUNDAÇÃO CENTROS DE REFERÊNCIA EM TECNOLOGIAS INOVADORAS	R\$ 10.000,00	0,00	10.000,00
TOTAL	R\$ 2.877.080,34	1.491.231,48	1.385.848,86

Anual por empresa

Categoria contábil	Total do projeto	Ano 1			Ano 2		
		COPEL DIS	FUNDAÇÃO	INSTITUTO	COPEL DIS	FUNDAÇÃO	INSTITUTO
RECURSOS HUMANOS	R\$ 2.408.580,50	20.007,60	1.092.034,80	28.589,16	18.673,76	1.092.034,80	157.240,38
VIAGENS E DIÁRIAS	R\$ 77.500,00	2.200,00	43.400,00	0,00	2.200,00	29.700,00	0,00
MATERIAIS PERMANENTES E EQUIPAMENTOS	R\$ 191.000,00	0,00	191.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OUTROS	R\$ 142.999,84	0,00	66.999,92	0,00	0,00	75.999,92	0,00
SERVIÇOS DE TERCEIROS	R\$ 47.000,00	0,00	47.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MATERIAIS DE CONSUMO	R\$ 10.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.000,00	0,00
TOTAL	R\$ 2.877.080,34	22.207,60	1.440.434,72	28.589,16	20.873,76	1.207.734,72	157.240,38

Etapas por ano
Ano 1

Nº	Nome	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Produto	Custo
1	ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA E LEVANTAMENTO DO ESTADO DA ARTE E DAS POTENCIALIDADES DA TERMOGRAFIA E IA	240.545,30	49.545,30	68.472,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	RELATÓRIO COM AS POSSIBILIDADES DE DETECÇÃO A PARTIR DA TERMOGRAFIA E PROCESSAMENTO DIGITAL DAS IMAGENS, VOLTADOS AO SETOR ELÉTRICO E ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE DE ECONÔMICA PARA APLICAÇÃO DOS SISTEMAS EM DESENVOLVIMENTO.	R\$ 358.563,25
2	REALIZAÇÃO DE DINÂMICA EM GRUPOS PARA APRESENTAR AS POTENCIALIDADES E COLETAR DEMANDAS/APLICAÇÕES	0,00	0,00	30.472,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	REUNIÃO COM A COPEL E CADERNO DE APLICAÇÕES EM POTENCIAL PARA REALIZAÇÃO DO MONITORAMENTO POR TERMOGRAFIA.	R\$ 30.472,65
3	CLASSIFICAÇÃO DAS DEMANDAS/APLICAÇÕES COLETADAS	0,00	0,00	0,00	24.772,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	RELATÓRIO COM A CLASSIFICAÇÃO DAS APLICAÇÕES DESCRITAS NA ATIVIDADE ANTERIOR, ELENANDO AS MELHORES APLICAÇÕES A SEREM MONITORADAS.	R\$ 24.772,65
4	MAPEAMENTO E DEFINIÇÃO DAS SUBESTAÇÕES PARA COLETA DE IMAGENS TÉRMICAS	0,00	0,00	0,00	24.772,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	RELATÓRIO COM A DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO DAS APLICAÇÕES A SEREM MONITORADAS E NÚMERO DE CÂMERAS NECESSÁRIAS PARA REALIZAÇÃO DO MONITORAMENTO.	R\$ 24.772,65

Projeto de P&D
PD-02866-0015/2019

N ^o	Nome	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Produto	Custo
5	CAPACITAÇÃO DA EQUIPE PARA EXPEDIÇÃO EM CAMPO (NRS, TERMOGRAFIA)	0,00	0,00	0,00	0,00	61.545,30	24.772,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	CAPACITAÇÃO DA EQUIPE CERTI PARA ENTRADA E TRABALHO NA SUBESTAÇÃO.	R\$ 86.317,95
6	OPERACIONALIZAÇÃO DA EXPEDIÇÃO EM CAMPO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28.572,65	24.772,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	RELATÓRIO DE TESTES INICIAIS COM A AQUISIÇÃO DAS IMAGENS TÉRMICAS E RELATÓRIO COM AS INFORMAÇÕES PERTINENTES PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO.	R\$ 53.345,30
7	TESTE DE ALGORITMOS DE PROCESSAMENTO DAS IMAGEM E IA PARA SISTEMA FIXO DE MONITORAMENTO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24.772,65	49.545,30	49.545,30	24.772,65	0,00	0,00	RELATÓRIO DE TESTES GERADOS A PARTIR DO TESTE DE ALGORITMOS DE PROCESSAMENTO DE IMAGEM APLICADO ÀS IMAGENS ADQUIRIDAS EM CAMPO.	R\$ 148.635,90
8	DEFINIÇÃO DE REQUISITOS DE ARQUITETURA DO SISTEMA FIXO DE MONITORAMENTO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40.172,65	28.572,65	0,00	CADERNO DE REQUISITOS A RESPEITO DA INFRAESTRUTURA E ARQUITETURA NECESSÁRIAS PARA IMPLANTAÇÃO DA SOLUÇÃO.	R\$ 68.745,30
9	DEFINIÇÃO DE REQUISITOS SOFTWARE PARA SISTEMA FIXO DE MONITORAMENTO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39.067,23	0,00	CADERNO DE REQUISITOS DE SOFTWARE.	R\$ 39.067,23
10	DEFINIÇÃO DE REQUISITOS HARDWARE PARA SISTEMA FIXO DE MONITORAMENTO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24.772,65	CADERNO DE REQUISITOS DE HARDWARE.	R\$ 24.772,65
11	DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE PARA SISTEMA FIXO DE MONITORAMENTO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39.067,23	SOFTWARE PARA PROCESSAMENTO DAS IMAGENS TÉRMICAS.	R\$ 39.067,23
16	LEVANTAMENTO DO ESTADO DA ARTE E DAS POTENCIALIDADES DO USO DE VANT E TERMOGRAFIA EM SUBESTAÇÕES	34.926,60	34.926,60	17.463,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	RELATÓRIO A RESPEITO DAS POTENCIALIDADES EM RELAÇÃO AO USO DE VANTS EM SUBESTAÇÕES.	R\$ 87.316,50

Projeto de P&D

PD-02866-0015/2019

Nº	Nome	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Produto	Custo
17	MAPEAMENTO DA LEGISLAÇÃO PARA USO DE VANTS EM SUBESTAÇÕES	0,00	0,00	17.463,30	17.463,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	RELATÓRIO A RESPEITO DAS NORMAS DE SEGURANÇA E LEGISLAÇÃO VIGENTE PARA O USO DE VANTS EM SUBESTAÇÕES.	R\$ 34.926,60
18	ESTUDO PARA APLICAÇÃO DE CONTROLE AUTÔNOMO DE VOO EM SISTEMAS DE INSPEÇÃO COM VANT	0,00	0,00	0,00	17.463,30	34.926,60	17.463,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	RELATÓRIO COM ANÁLISE DOS PRINCIPAIS ALGORITMOS PARA CONTROLE AUTÔNOMO DE VANTS.	R\$ 69.853,20
19	DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA AUTÔNOMO DE VOO PARA VANT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17.463,30	34.926,60	34.926,60	34.926,60	34.926,60	34.926,60	34.926,60	PROVA DE CONCEITO DO SISTEMA AUTÔNOMO PARA CONTROLE DO VANT.	R\$ 227.022,90
23	GESTÃO DO PROJETO	19.099,18	13.031,50	13.031,50	13.031,50	13.031,50	16.831,50	13.031,50	13.031,50	13.031,50	13.031,50	13.031,50	20.365,34	RELATÓRIO DE FECHAMENTO DO PROJETO	R\$ 173.579,52
	TOTAL	294.571,08	97.503,40	146.903,40	97.503,40	109.503,40	105.103,40	97.503,40	97.503,40	97.503,40	112.903,40	115.597,98	119.131,82		R\$ 1.491.231,48

Ano 2

Nº	Nome	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Produto	Custo
11	DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE PARA SISTEMA FIXO DE MONITORAMENTO	63.839,88	63.839,88	74.039,88	39.067,23	39.067,23	22.676,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	SOFTWARE PARA PROCESSAMENTO DAS IMAGENS TÉRMICAS.	R\$ 302.530,60
12	PROJETO E FABRICAÇÃO MECÂNICA PARA SISTEMA FIXO DE MONITORAMENTO	0,00	0,00	0,00	34.772,65	24.772,65	12.530,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	PROTÓTIPO PRONTO PARA INSTALAÇÃO NA SUBESTAÇÕES DESENVOLVIDOS A PARTIR DOS CADERNOS DE REQUISITOS.	R\$ 72.075,45
13	INTEGRAÇÃO E TESTE DO SISTEMA FIXO DE MONITORAMENTO EM LABORATÓRIO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28.633,23	63.839,88	45.467,23	0,00	0,00	0,00	0,00	PROTÓTIPO FUNCIONAL OPERANDO EM LABORATÓRIO.	R\$ 137.940,34

Projeto de P&D

PD-02866-0015/2019

N ^o	Nome	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Produto	Custo
1 4	PLANEJAMENTO E OPERACIONALIZAÇÃO DO SISTEMA FIXO DE MONITORAMENTO EM UMA SUBESTAÇÃO REAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24.772,65	28.572,65	0,00	0,00	0,00	CADERNO DE REQUISITOS A SEREM ATENDIDOS PELA COPEL PARA OPERACIONALIZAÇÃO DO PROTÓTIPO EM CAMPO E IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA NA SUBESTAÇÃO.	R\$ 53.345,30
1 5	ACOMPANHAMENTO E ANÁLISE DE RESULTADOS DO SISTEMA FIXO DE MONITORAMENTO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39.067,23	63.839,88	63.839,88	0,00	RELATÓRIO A RESPEITO DAS IMAGENS ADQUIRIDAS EM CAMPO E FUNCIONALIDADE DO SISTEMA FIXO DE MONITORAMENTO.	R\$ 166.746,99
1 9	DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA AUTÔNOMO DE VOO PARA VANT	34.926,60	34.926,60	34.926,60	34.926,60	17.463,30	17.463,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	PROVA DE CONCEITO DO SISTEMA AUTÔNOMO PARA CONTROLE DO VANT.	R\$ 174.633,00
2 0	TESTE DO VANT COM CÂMERA TERMOGRÁFICA EM UMA SUBESTAÇÃO REAL	0,00	0,00	0,00	0,00	8.664,65	8.664,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	RELATÓRIO E IMAGENS TÉRMICAS A RESPEITOS DA CAPACIDADE DE INSPEÇÃO DO VANT.	R\$ 17.329,30
2 1	TESTE DO SISTEMA AUTÔNOMO DE VOO PARA VANTS EM AMBIENTE VIRTUAL	0,00	0,00	0,00	0,00	8.798,65	8.798,65	34.926,60	17.463,30	17.463,30	0,00	0,00	0,00	RELATÓRIO DE TESTES EXPERIMENTAIS EM AMBIENTE VIRTUAL.	R\$ 87.450,50
2 2	TESTE DO SISTEMA AUTÔNOMO DE VOO PARA VANTS EM AMBIENTE FÍSICO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17.463,30	21.263,30	34.926,60	34.926,60	0,00	RELATÓRIO DE TESTES EXPERIMENTAIS EM AMBIENTE FÍSICO UTILIZANDO SISTEMAS AUTOMATIZADOS PARA CONTROLE DO VANT.	R\$ 108.579,80
2 3	GESTÃO DO PROJETO	13.031,50	13.031,50	13.031,50	13.031,50	13.031,50	16.831,50	13.031,50	13.031,50	13.031,50	13.031,50	13.031,50	118.071,08	RELATÓRIO DE FECHAMENTO DO PROJETO	R\$ 265.217,58
	TOTAL	111.797,98	111.797,98	121.997,98	121.797,98	111.797,98	115.597,98	111.797,98	118.197,98	119.397,98	111.797,98	111.797,98	118.071,08		R\$ 1.385.848,86

Distribuição de homem hora por período
HH Ano 1

Participante	Sub Total (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ALEXANDRE MARCONDES	1200	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
GUSTAVO DANIEL DONATELLI	480	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
JONAS FORTUNATO HONORATO	1800	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
MARCOS VINÍCIUS RODRIGUES LOPES GRANADO	1800	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
MIGUEL BURG DEMAY	1800	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
TIAGO MUNER ZILIO	1800	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
FILIFE FONTANA	1800	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
EDUARDO FERREIRA	720	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
TALLES JOSÉ DE OLIVEIRA	1800	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
MATHEUS KRAEMER BASTOS DO CANTO	1800	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
PEDRO IVO PEREIRA GOMES	274	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	137
RODRIGO ZEMPULSKI FANUCCHI	120	24	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	16
TOTAL	15394	1274	1258	1258	1258	1258	1258	1258	1258	1258	1258	1395	1403

Participante	Sub Total (R\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ALEXANDRE MARCONDES	130.620,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00
GUSTAVO DANIEL DONATELLI	101.299,20	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60
JONAS FORTUNATO HONORATO	61.344,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00
MARCOS VINÍCIUS RODRIGUES LOPES GRANADO	61.344,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00
MIGUEL BURG DEMAY	179.082,00	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50
TIAGO MUNER ZILIO	117.702,00	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50
FILIFE FONTANA	98.298,00	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50
EDUARDO FERREIRA	101.145,60	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80
TALLES JOSÉ DE OLIVEIRA	179.856,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00
MATHEUS KRAEMER BASTOS DO CANTO	61.344,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00
PEDRO IVO PEREIRA GOMES	28.589,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14.294,58	14.294,58
RODRIGO ZEMPULSKI FANUCCHI	20.007,60	4.001,52	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	2.667,68
TOTAL	1.140.631,56	95.004,42	92.336,74	92.336,74	92.336,74	92.336,74	92.336,74	92.336,74	92.336,74	92.336,74	92.336,74	106.631,32	107.965,16

HH Ano 2

Participante	Sub Total (horas)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
JONAS FORTUNATO HONORATO	1800	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
GUSTAVO DANIEL DONATELLI	480	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
FILIFE FONTANA	1800	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
MARCOS VINÍCIUS RODRIGUES LOPES GRANADO	1800	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
TIAGO MUNER ZILIO	1800	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
ALEXANDRE MARCONDES	1200	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PEDRO IVO PEREIRA GOMES	1507	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	0
MIGUEL BURG DEMAY	1800	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
MATHEUS KRAEMER BASTOS DO CANTO	1800	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
TALLES JOSÉ DE OLIVEIRA	1800	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
EDUARDO FERREIRA	720	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
RODRIGO ZEMPULSKI FANUCCHI	112	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	24
TOTAL	16619	1395	1395	1395	1395	1395	1395	1395	1395	1395	1395	1395	1274

Participante	Sub Total (R\$)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
JONAS FORTUNATO HONORATO	61.344,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00
GUSTAVO DANIEL DONATELLI	101.299,20	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60	8.441,60
FILIFE FONTANA	98.298,00	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50	8.191,50
MARCOS VINÍCIUS RODRIGUES LOPES GRANADO	61.344,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00
TIAGO MUNER ZILIO	117.702,00	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50	9.808,50
ALEXANDRE MARCONDES	130.620,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00	10.885,00
PEDRO IVO PEREIRA GOMES	157.240,38	14.294,58	14.294,58	14.294,58	14.294,58	14.294,58	14.294,58	14.294,58	14.294,58	14.294,58	14.294,58	14.294,58	0,00
MIGUEL BURG DEMAY	179.082,00	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50	14.923,50
MATHEUS KRAEMER BASTOS DO CANTO	61.344,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00	5.112,00
TALLES JOSÉ DE OLIVEIRA	179.856,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00	14.988,00
EDUARDO FERREIRA	101.145,60	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80	8.428,80
RODRIGO ZEMPULSKI FANUCCHI	18.673,76	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	1.333,84	4.001,52
TOTAL	1.267.948,94	106.631,32	106.631,32	106.631,32	106.631,32	106.631,32	106.631,32	106.631,32	106.631,32	106.631,32	106.631,32	106.631,32	95.004,42

Categoria Contábil por período

Ano 1													
Tipo	Sub total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MATERIAIS PERMANENTES E EQUIPAMENTOS	191.000,00	191.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIAGENS E DIÁRIAS	45.600,00	3.400,00	0,00	14.400,00	0,00	0,00	7.600,00	0,00	0,00	0,00	10.400,00	3.800,00	6.000,00
OUTROS	66.999,92	5.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	10.166,66	5.166,66	5.166,66
SERVIÇOS DE TERCEIROS	47.000,00	0,00	0,00	35.000,00	0,00	12.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	350.599,92	199.566,66	5.166,66	54.566,66	5.166,66	17.166,66	12.766,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	20.566,66	8.966,66	11.166,66

COPEL DIS

Tipo	Sub total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VIAGENS E DIÁRIAS	2.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.200,00
TOTAL	2.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.200,00

FUNDAÇÃO

Tipo	Sub total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MATERIAIS PERMANENTES E EQUIPAMENTOS	191.000,00	191.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VIAGENS E DIÁRIAS	43.400,00	3.400,00	0,00	14.400,00	0,00	0,00	7.600,00	0,00	0,00	0,00	10.400,00	3.800,00	3.800,00
OUTROS	66.999,92	5.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	10.166,66	5.166,66	5.166,66
SERVIÇOS DE TERCEIROS	47.000,00	0,00	0,00	35.000,00	0,00	12.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	348.399,92	199.566,66	5.166,66	54.566,66	5.166,66	17.166,66	12.766,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	20.566,66	8.966,66	8.966,66

INSTITUTO

Tipo	Sub total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ano 2

Tipo	Sub total	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
OUTROS	75.999,92	5.166,66	5.166,66	7.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	7.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	15.166,66
VIAGENS E DIÁRIAS	31.900,00	0,00	0,00	8.200,00	0,00	0,00	3.800,00	0,00	4.400,00	7.600,00	0,00	0,00	7.900,00
MATERIAIS DE CONSUMO	10.000,00	0,00	0,00	0,00	10.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	117.899,92	5.166,66	5.166,66	15.366,66	15.166,66	5.166,66	8.966,66	5.166,66	11.566,66	12.766,66	5.166,66	5.166,66	23.066,66

COPEL DIS

Tipo	Sub total	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
VIAGENS E DIÁRIAS	2.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.200,00
TOTAL	2.200,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.200,00

Projeto de P&D
PD-02866-0015/2019

Ano 2													
FUNDAÇÃO													
Tipo	Sub total	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
OUTROS	75.999,92	5.166,66	5.166,66	7.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	7.166,66	5.166,66	5.166,66	5.166,66	15.166,66
VIAGENS E DIÁRIAS	29.700,00	0,00	0,00	8.200,00	0,00	0,00	3.800,00	0,00	4.400,00	7.600,00	0,00	0,00	5.700,00
MATERIAIS DE CONSUMO	10.000,00	0,00	0,00	0,00	10.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	115.699,92	5.166,66	5.166,66	15.366,66	15.166,66	5.166,66	8.966,66	5.166,66	11.566,66	12.766,66	5.166,66	5.166,66	20.866,66
INSTITUTO													
Tipo	Sub total	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Recursos por ano

Ano 1						
COPEL DIS						
Descrição	Origem	Tipo	Custo Unitário	Quant.	Mês	Valor
VISITA COPEL	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	2.200,00	1,00	12	R\$ 2.200,00
TOTAL - ANO 1						R\$ 2.200,00
FUNDAÇÃO						
Descrição	Origem	Tipo	Custo Unitário	Quant.	Mês	Valor
VANT COM CÂMERA TÉRMICA	Nacional	MATERIAIS PERMANENTES E EQUIPAMENTOS	130.000,00	1,00	1	R\$ 130.000,00
CÂMERA TÉRMICA PARA MONITORAMENTO EM ÁREA EXTERNA	Nacional	MATERIAIS PERMANENTES E EQUIPAMENTOS	8.000,00	6,00	1	R\$ 48.000,00
REUNIÃO DE KICKOFF	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	1.700,00	2,00	1	R\$ 3.400,00
CONTROLADOR INDUSTRIAL	Nacional	MATERIAIS PERMANENTES E EQUIPAMENTOS	13.000,00	1,00	1	R\$ 13.000,00
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	1	R\$ 5.166,66
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	2	R\$ 5.166,66
CURSO DE TERMOGRAFIA E/OU PROCESSAMENTO DE IMAGEM E DADOS	Nacional	SERVIÇOS DE TERCEIROS	35.000,00	1,00	3	R\$ 35.000,00
REUNIÃO PARA REALIZAÇÃO DE DINÂMICA EM GRUPO	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	1.900,00	3,00	3	R\$ 5.700,00
VIAGEM PARA REALIZAÇÃO DE CURSO	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	2.900,00	3,00	3	R\$ 8.700,00
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	3	R\$ 5.166,66
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	4	R\$ 5.166,66
CURSOS PARA CAPACITAÇÃO DA EQUIPE PARA TRABALHO EM CAMPO	Nacional	SERVIÇOS DE TERCEIROS	12.000,00	1,00	5	R\$ 12.000,00
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	5	R\$ 5.166,66
VISITA TÉCNICA 01	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	1.900,00	2,00	6	R\$ 3.800,00
REUNIÕES DE GESTÃO	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	1.900,00	2,00	6	R\$ 3.800,00
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	6	R\$ 5.166,66
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	7	R\$ 5.166,66
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	8	R\$ 5.166,66
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	9	R\$ 5.166,66
PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSO INTERNACIONAL	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	10.400,00	1,00	10	R\$ 10.400,00
INSCRIÇÃO PARA EVENTO INTERNACIONAL	Nacional	OUTROS	5.000,00	1,00	10	R\$ 5.000,00
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	10	R\$ 5.166,66
VISITA TÉCNICA 02	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	1.900,00	2,00	11	R\$ 3.800,00
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	11	R\$ 5.166,66
REUNIÕES DE GESTÃO	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	1.900,00	2,00	12	R\$ 3.800,00
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	12	R\$ 5.166,66
TOTAL - ANO 1						R\$ 348.399,92
INSTITUTO						
Descrição	Origem	Tipo	Custo Unitário	Quant.	Mês	Valor
TOTAL - ANO 1						R\$ 0,00

Ano 2						
COPEL DIS						
Descrição	Origem	Tipo	Custo Unitário	Quant.	Mês	Valor
VISITA COPEL	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	2.200,00	1,00	24	R\$ 2.200,00
TOTAL - ANO 2						R\$ 2.200,00
FUNDAÇÃO						
Descrição	Origem	Tipo	Custo Unitário	Quant.	Mês	Valor
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	13	R\$ 5.166,66
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	14	R\$ 5.166,66
VISITA TÉCNICA 03	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	1.900,00	2,00	15	R\$ 3.800,00
PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSO NACIONAL 1	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	2.200,00	2,00	15	R\$ 4.400,00
INSCRIÇÃO PARA PARTICIPAÇÃO EM EVENTO CIENTIFICO NACIONAL.	Nacional	OUTROS	1.000,00	2,00	15	R\$ 2.000,00
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	15	R\$ 5.166,66
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	16	R\$ 5.166,66
MATERIAIS DE CONSUMO	Nacional	MATERIAIS DE CONSUMO	10.000,00	1,00	16	R\$ 10.000,00
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	17	R\$ 5.166,66
REUNIÕES DE GESTÃO	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	1.900,00	2,00	18	R\$ 3.800,00
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	18	R\$ 5.166,66
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	19	R\$ 5.166,66
PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSO NACIONAL 2	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	2.200,00	2,00	20	R\$ 4.400,00
INSCRIÇÃO PARA PARTICIPAÇÃO EM EVENTO CIENTIFICO NACIONAL.	Nacional	OUTROS	1.000,00	2,00	20	R\$ 2.000,00
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	20	R\$ 5.166,66
VISITA TÉCNICA 04	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	1.900,00	2,00	21	R\$ 3.800,00
VISITA TÉCNICA 05	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	1.900,00	2,00	21	R\$ 3.800,00
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	21	R\$ 5.166,66
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	22	R\$ 5.166,66
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	23	R\$ 5.166,66
REUNIÃO DE ENCERRAMENTO	Nacional	VIAGENS E DIÁRIAS	1.900,00	3,00	24	R\$ 5.700,00
TAXA DE MOBILIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA	Nacional	OUTROS	5.166,66	1,00	24	R\$ 5.166,66
VÍDEO DE DIVULGAÇÃO DO PROJETO	Nacional	OUTROS	5.000,00	1,00	24	R\$ 5.000,00
WORKSHOP DE ENCERRAMENTO	Nacional	OUTROS	5.000,00	1,00	24	R\$ 5.000,00
TOTAL - ANO 2						R\$ 115.699,92
INSTITUTO						
Descrição	Origem	Tipo	Custo Unitário	Quant.	Mês	Valor
TOTAL - ANO 2						R\$ 0,00