

GRUPO DE ESTUDO - GMA

Uso da ferramenta ArcGIS Survey123 no aprimoramento das análises socioambientais dos estudos de planejamento da expansão do sistema de transmissão

**André Cassino Ferreira (1), André Viola Barreto (1), Thiago Galvão (1), Paula Cunha Coutinho de Andrade (1)
Empresa de Pesquisa Energética (1)**

RESUMO

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), é responsável por coordenar os estudos de planejamento de expansão do sistema de transmissão de energia elétrica, consolidados nos Relatórios R1, R2, R3, R4 e R5. No Relatório R1, são recomendados os empreendimentos ou ampliações que representam a melhor alternativa para equacionar uma necessidade do sistema, sendo utilizados critérios técnico-econômicos e socioambientais. Usualmente, as análises socioambientais do R1 são realizadas a partir de dados secundários, utilizando-se imagens de satélite e bases georreferenciadas públicas dos principais temas. Contudo, nos estudos conduzidos em regiões com complexidades socioambientais e construtivas, são realizados trabalhos de campo, com objetivo de auxiliar as tomadas de decisão, tais como a análise de viabilidade da solução, a escolha da melhor região para implantação de subestação e a rota de nova linha de transmissão. A partir de 2023, para apoio às visitas técnicas, a equipe da EPE iniciou a utilização do ArcGIS Survey123, aplicação desenvolvida pela empresa Esri que possibilita a criação de formulários customizados para a coleta de informações de campo, preenchidos a partir de celulares ou *tablets*. Este Informe Técnico apresenta os ganhos obtidos com a utilização da ferramenta, tendo como base três estudos de caso, envolvendo atividades de campo realizadas durante a elaboração de relatórios de planejamento de expansão da transmissão.

PALAVRAS-CHAVE

Planejamento da Expansão do Sistema de Transmissão, Análises Socioambientais, Relatório R1, Trabalho de Campo, ArcGIS Survey123.

1.0 INTRODUÇÃO

As novas instalações de rede básica de transmissão de energia elétrica são recomendadas no Plano de Ampliação e Reforços (PAR), elaborado do Operador Nacional do Sistema (ONS), e nos estudos de planejamento coordenados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME). Os relatórios dos estudos de planejamento (R1, R2, R3, R4 e R5) apresentam análises técnicas, econômicas, socioambientais e fundiárias que fundamentam a recomendação das obras de transmissão a serem implantadas [1].

No âmbito do Relatório R1, é realizada a análise socioambiental preliminar, que auxilia na definição da solução de expansão, define áreas referenciais de implantação das subestações de energia e corredores para as linhas de transmissão, caracteriza as principais interferências e estabelece recomendações para as próximas fases do planejamento.

As análises apresentadas no Relatório R1 são elaboradas a partir da consulta de imagens de satélite e dados secundários dos temas socioambientais mais relevantes das regiões de estudo, provenientes de instituições como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Serviço Geológico do Brasil (SGB), a Fundação Nacional do Índio (FUNAI), o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), o Ministério de Meio Ambiente (MMA), entre outras.

No entanto, em alguns estudos são realizados trabalhos de campo, motivados pela existência de complexidades socioambientais e construtivas nas áreas de implantação dos futuros empreendimentos. Nesses casos, o campo fornece insumos importantes para a tomada de decisão, auxiliando na definição de soluções que considerem de forma adequada as dimensões técnica, econômica e socioambiental. Nas inspeções de campo são avaliadas questões como a viabilidade de uma alternativa de expansão, a escolha da região mais favorável para implantação de nova subestação, a definição da rota preferencial do corredor de uma nova linha e a opção por um tipo de tecnologia, como, por exemplo, a adoção de linhas subterrâneas ou subestações compactas. Além disso, o campo configura uma oportunidade de capacitação das equipes da EPE, realimentando o planejamento com informações que só conseguem ser plenamente assimiladas *in loco*.

2.0 USO DA FERRAMENTA ARCGIS SURVEY123 NO APOIO ÀS ATIVIDADES DE CAMPO

De forma a auxiliar as inspeções de campo, a equipe da Superintendência de Meio Ambiente (SMA) da EPE desenvolveu um formulário no *software* Excel para inspeção de terrenos com vistas à implantação de novas subestações. Esse formulário era impresso e preenchido durante as visitas técnicas, colhendo informações sobre aspectos socioambientais e construtivos das áreas potenciais.

Em 2023, a equipe iniciou a utilização da ferramenta ArcGIS Survey123 em substituição ao formulário impresso, com objetivo de aprimorar as atividades de campo, sobretudo na otimização do tempo, cadastro e organização das informações obtidas. Essa ferramenta permite criar formulários e coletar os dados a partir de dispositivos móveis (*tablets* e celulares). Além da inserção de textos contendo análises dos locais visitados, da marcação de localizações georreferenciadas e da seleção de caixas-combo pré-definidas no formulário, há

possibilidade de coleta de informações via captura de áudio e incorporação de fotografias, no próprio ambiente da ferramenta.

Em linhas gerais, foram desenvolvidos dois modelos de formulários, um para subestações de energia e outro para linhas de transmissão, considerando os ambientes rural, urbano e de expansão urbana. No caso das subestações, o foco reside na análise qualitativa sobre a aptidão dos terrenos selecionados para a sua implantação, levando em conta aspectos fundiários, topográficos, geotécnicos e de suscetibilidade a processos destrutivos, necessidade de supressão vegetal, identificação de acessos para transportar materiais e equipamentos na fase construtiva e espaço para ampliação e entrada de linhas. Para as linhas de transmissão, o objetivo consiste na avaliação de pontos no traçado referencial definido em escritório que representam situações que sugerem maior complexidade ou carregam incertezas, que necessitam de ratificação ou revisão. Travessias, pontos de estrangulamento, paralelismos e cruzamentos são exemplos representativos de áreas de visita. A figura a seguir apresenta um exemplo de aplicação da ferramenta por meio de *smartphone*, para estudo de terreno para implantação de nova subestação.

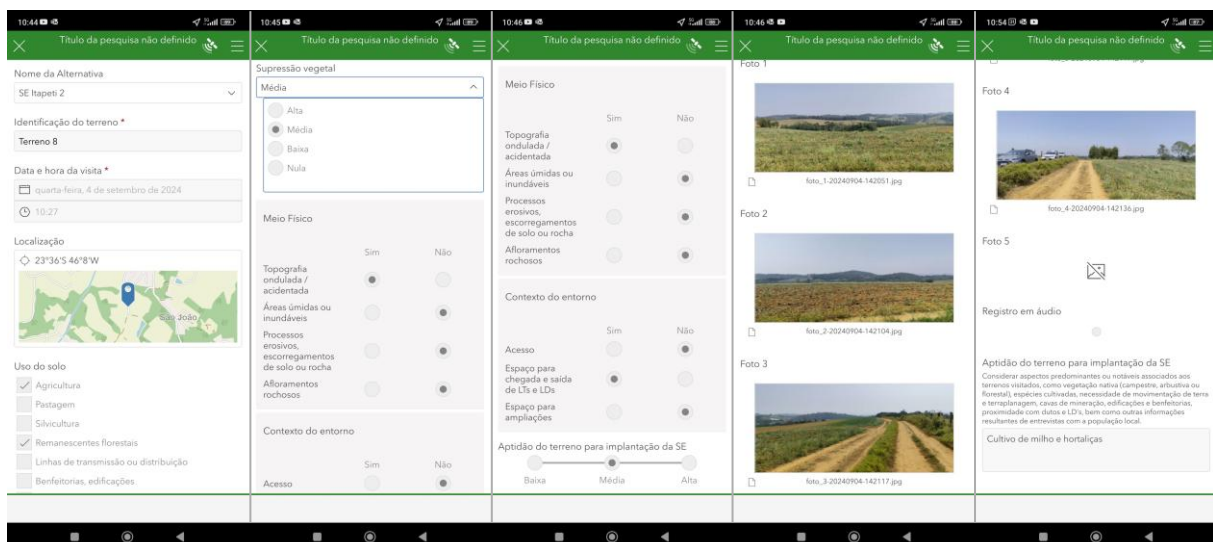


Figura 1 – Capturas de tela de *smartphone* exemplificando a utilização do Survey123 para coleta de informações em campo. Fonte: Elaboração própria, a partir da ferramenta ArcGIS Survey123.

3.0 ESTUDOS DE CASO

A seguir, serão apresentados casos em que a ferramenta apoiou atividades de campo, realizadas no escopo de três estudos de planejamento de transmissão coordenados pela EPE, em contextos socioambientais distintos.

O primeiro caso tratou da análise de região mais favorável para implantação de uma nova subestação de rede básica e seccionamentos de linha na Região Metropolitana de São Paulo, tendo sido avaliadas áreas rurais e de expansão urbana nos municípios de Mogi das Cruzes e Suzano. O trabalho de campo foi realizado em setembro de 2024 e contou com a participação das equipes técnicas da Superintendência de Meio Ambiente (SMA) e Transmissão de Energia (STE) da EPE, acompanhadas por técnicos da empresa ISA Energia.

Foram visitados terrenos e pontos de interesse em duas regiões, sendo uma no entorno da subestação 765/500/345 kV Tijuco Preto, e outra no entorno da subestação 345/230/88/13,8 kV Itapeti. Com relação aos terrenos potenciais para implantação da nova subestação, o

formulário abordou aspectos como uso do solo, presença de remanescentes florestais, declividade, processos erosivos, espaço para entradas de linha, dentre outros. Já na avaliação das rotas da linha e dos seccionamentos o formulário abarcou itens como presença de edificações, paralelismo com sistema viário e existência de atividades econômica, como a mineração.

No final do formulário desenvolvido para subestação, foi incluído um item para indicação da aptidão do terreno para construção, com as categorias baixa, média e alta. Foi verificado que constituiu um tópico extremamente útil, permitindo a categorização dos terrenos na própria atividade de campo, a partir de consenso da equipe participante da visita, após análise de todos os aspectos, concedendo agilidade para a tomada de decisão quanto a área mais propícia para recebimento da infraestrutura (figura 2).

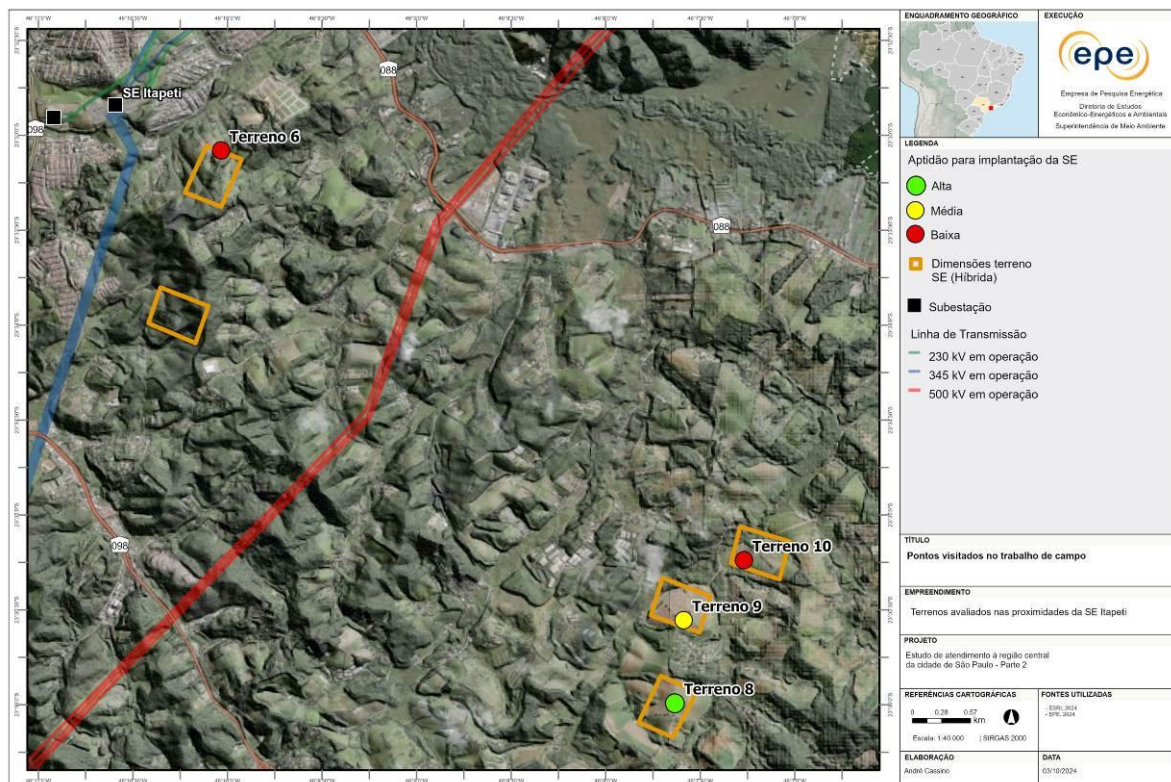


Figura 2 – Resultado da análise de aptidão de terrenos para a implantação da nova subestação na região do entorno da SE Itapeti. Fonte: Elaboração própria, a partir da ferramenta ArcGIS Survey123 e do software ArcGIS Pro.

O segundo caso aborda a avaliação de linha de transmissão subterrânea a ser implantada na região central da cidade de São Paulo. O estudo de rotas para linhas de transmissão subterrâneas exige uma abordagem diferenciada no planejamento. O contexto urbano dos ambientes de passagem e a lógica construtiva requerem análises com maior foco em aspectos de engenharia civil. Nessa tipologia de empreendimento, os traçados seguem preferencialmente vias urbanas com largura suficiente para comportar os equipamentos e as intervenções civis. As interfaces com redes subterrâneas, vias de trânsito, arborização e equipamentos urbanos sensíveis (hospitais e escolas, por exemplo) correspondem ao foco da análise. Nesse sentido, foram propostas três rotas alternativas para o caminhamento da linha subterrânea.

Para além do trabalho de escritório, realizado a partir de dados secundários, o estudo de rotas subterrâneas para a linha de transmissão 345 kV Miguel Reale – Centro CTR contou com inspeção de campo no centro de São Paulo, em outubro de 2023. Diante do contexto diferenciado deste empreendimento, foram feitas adaptações nos formulários elaborados a partir da ferramenta, especificamente nos tipos de interferências e aspectos de caracterização.

Neste estudo, fatores externos característicos de ambientes urbanos, como a dificuldade de deslocamento, os riscos relativos à segurança dos profissionais e a restrição de espaço para estacionamento de veículos, demonstraram que o ganho de tempo obtido com o uso da ferramenta foi um fator crucial na logística da atividade de campo. Outro ponto positivo observado foi a geração automática, no ambiente do ArcGIS Survey123, de um relatório a partir das informações coletadas, otimizando o tempo despendido na organização de dados pós-campo (figura 3).

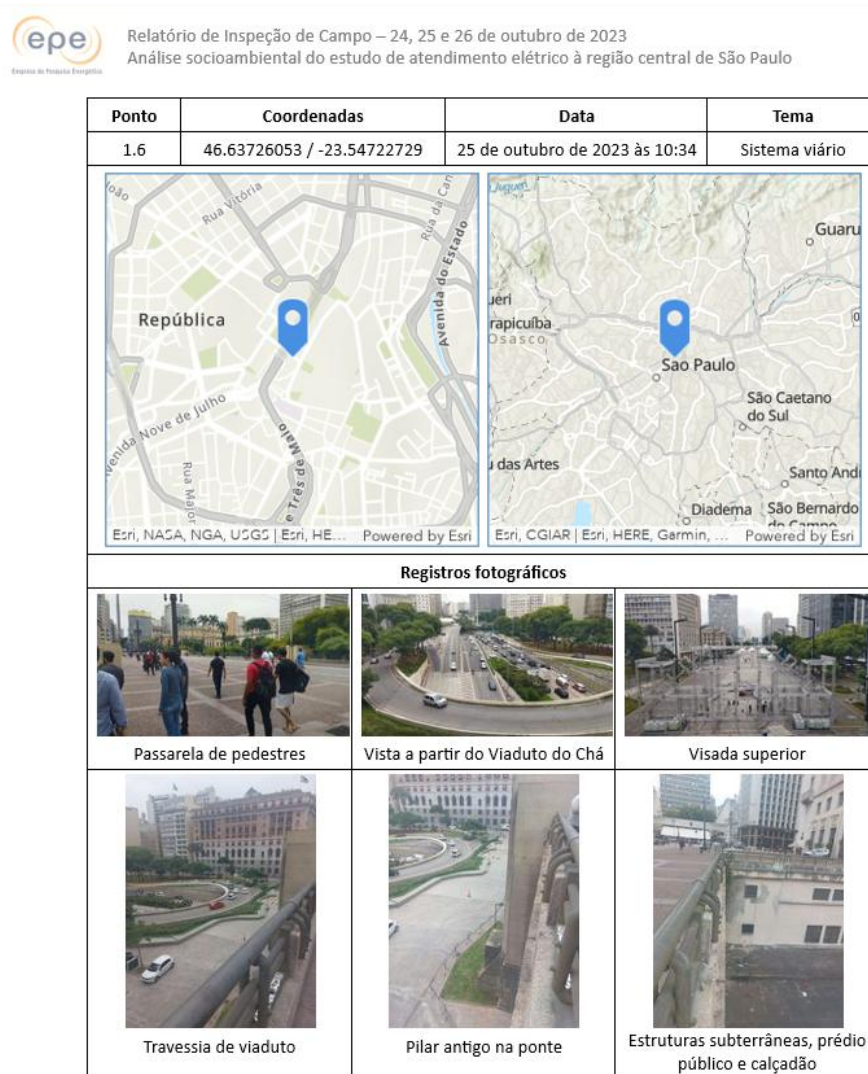


Figura 3 – Relatório gerado de forma automática a partir de informações coletadas em campo. Fonte: [2]

O terceiro caso contempla o acompanhamento de atividade de campo pela EPE de um Relatório R3 desenvolvido por empresa de consultoria, envolvendo subestações e linhas em municípios do Rio Grande do Sul. Em 2024, chuvas intensas e prolongadas causaram perdas humanas e danos materiais expressivos no estado do Rio Grande do Sul. Diversas

infraestruturas de transmissão de energia, como subestações e linhas, foram diretamente afetadas. A magnitude do desastre e suas consequências, sem base comparativa histórica na região, motivaram a retirada das obras previstas do lote 2 do Leilão 02/2024, indicadas para região afetada pelo evento. Nesse sentido, foi solicitado pelo MME e pela EPE a revisão do Relatório R3 [3], com vistas a reduzir incertezas e riscos frente a processos destrutivos, como inundações, enxurradas e deslizamentos.

Feita a proposição inicial de escritório pela empresa responsável pelo estudo, a EPE entendeu como oportuno acompanhar a atividade de campo, realizada em novembro de 2024, a fim de ratificar ou propor alterações. Foi desenvolvido um formulário híbrido no Survey123, envolvendo pontos notáveis de LTs e de inspeção de terrenos selecionados previamente para subestações (figura 4). A atividade de campo ainda foi apoiada por uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), possibilitando a incorporação de informações e imagens no Survey123, sobretudo em locais de difícil acesso (figura 5).

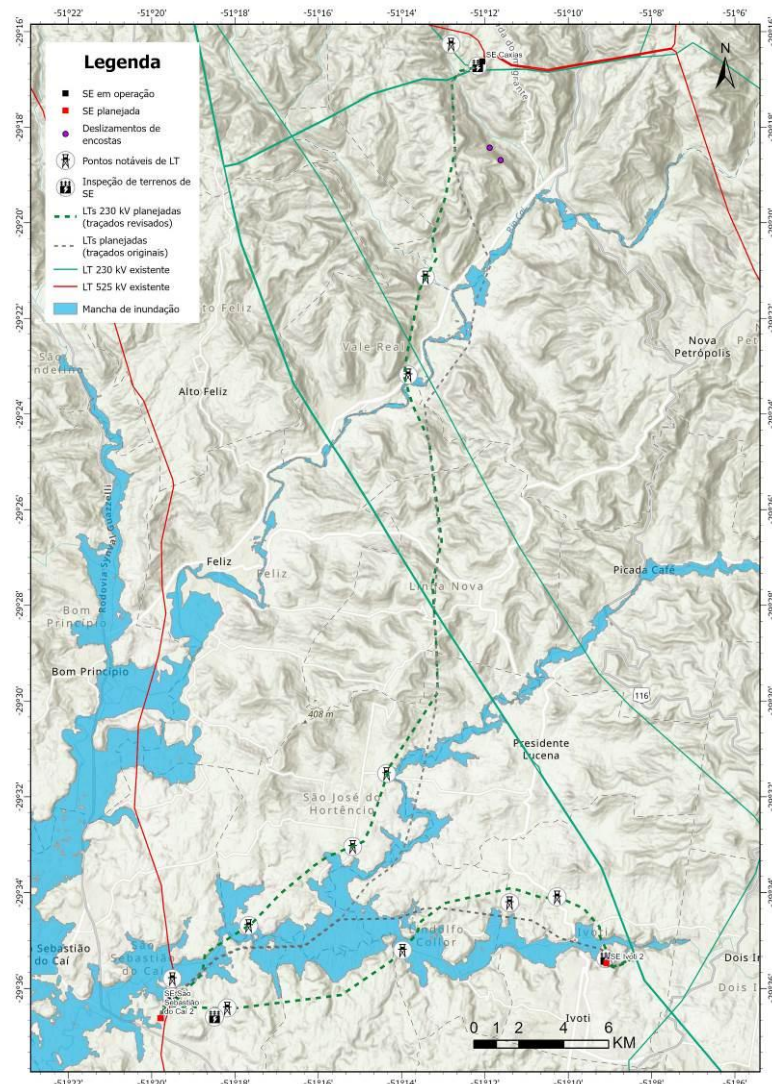


Figura 4 – Pontos notáveis de LTs e SEs visitados. Fonte: Elaboração própria a partir da ferramenta ArcGIS Survey123 e do software ArcGIS Pro.

Nesse estudo, de caráter não convencional, os aspectos do meio físico foram imperativos na observação e registros de campo, levando em conta principalmente a componente de risco

para as obras planejadas. Os pontos notáveis em sua maioria visaram travessias em áreas suscetíveis a inundações ou deslizamentos de encostas.

Para as subestações, o foco residiu na avaliação dos terrenos em relação às áreas sujeitas a inundações ou alagamentos, tendo por balizador as manchas de inundação geradas pela UFGRS [4]. Em acréscimo, foram realizadas avaliação geotécnica de superfície (movimentação de terra e terraplanagem, afloramentos rochosos) e de necessidade de supressão vegetal.



Figura 5 – Incorporação no ArcGIS Survey123 de imagem aérea feita por Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) em área de ocorrência de inundações gradual em 2024, interceptada pelo traçado proposto da LT planejada. Fonte: Elaboração própria a partir da ferramenta ArcGIS Survey123.

4.0 CONCLUSÕES

Foi possível observar que a utilização da ferramenta trouxe ganhos significativos no desenvolvimento e nos resultados obtidos nas visitas de campo realizadas no âmbito dos estudos de planejamento de expansão do sistema de transmissão. Dentre os avanços, destacam-se: i) celeridade no desenvolvimento das campanhas de campo, agilizando o cadastramento e a organização das informações; ii) geração automatizada de relatório de inspeção, reduzindo o tempo despendido no pós-campo; iii) acesso em tempo real pelas equipes situadas no escritório da EPE dos dados gerados em campo; iv) coleta organizada e padronizada das informações; v) facilidade na customização dos formulários, permitindo a geração de pesquisas adequadas a realidade das regiões visitadas; e vi) transparência na apresentação dos resultados da análise e da tomada de decisão.

Até 2034 está prevista uma expansão de cerca de 17% na extensão das linhas de transmissão que compõem o Sistema Interligado Nacional (SIN), passando de 187 mil para 218 mil quilômetros, além de um aumento de aproximadamente 82 mil MVA na capacidade de transformação [5]. Parte das obras recomendadas será implantada em áreas de média a alta complexidade socioambiental, que podem demandar a realização de novos trabalhos de campo a fim de apoiar a definição da solução de expansão, ampliando assim o uso da ferramenta ArcGIS Survey123 para contextos diversos.

5.0 BIBLIOGRAFIA

- [1] EPE. Empresa de Pesquisa Energética. 2020. Nota Técnica EPE-DEE-DEA-NT-004/2020 - Diretrizes para a Elaboração dos Relatórios Técnicos para a Licitação de Novas Instalações da Rede Básica – Estrutura e Conteúdo dos Relatórios R1, R2, R3, R4 e R5. Disponível em: <[Diretrizes para Elaboração dos Relatórios Rs](#)>. Acesso em: 19/02/2025.
- [2] EPE. Empresa de Pesquisa Energética. 2023. Nota Técnica NT-EPE-DEA-SMA-015/2023 - Análise Socioambiental do Estudo de Atendimento à Região Central da Cidade de São Paulo - Parte 1 (Relatório R1). Disponível em: <[Análise socioambiental do Estudo de Atendimento a Região Central da Cidade de São Paulo - Parte 1](#)>. Acesso em: 18/03/2025.
- [3] AVALICON/EDP. 2024. Relatório de Definição da Diretriz e Análise Socioambiental (Relatório R3) - SEs 230/138 kV São Sebastião do Caí 2 e Ivoti 2; LT 230 KV São Sebastião do Caí 2– Ivoti 2, CS; LT 230 kV São Sebastião do Caí 2 - Caxias, CS e Seccionamento da LT 230 kV Caxias – Campo Bom C1 e C2, CD, na SE Ivoti 2. Belo Horizonte, Minas Gerais, Novembro de 2024.
- [4] UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2024. Mapa de Inundação da Região Metropolitana de Porto Alegre. Disponível em: <[Mapa da inundação da Região Metropolitana de Porto Alegre - IPH](#)>. Acesso em: 13/01/2025
- [5] EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Caderno Transmissão de Energia. Plano Decenal de Expansão de Energia 2034, 2024. Disponível em: <[Caderno de transmissão de energia - PDE 2034](#)>. Acesso em: 19/02/2025.

DADOS BIOGRÁFICOS



André Cassino Ferreira é Geógrafo e Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com Pós-graduação em Meio Ambiente pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), da UFRJ. É Analista de Pesquisa Energética na Empresa de Pesquisa Energética (EPE) desde 2015, atuando nos estudos socioambientais do planejamento da expansão do sistema de transmissão de energia elétrica e das atividades de petróleo e gás natural. Anteriormente, trabalhou por 5 anos em empresas de E&P de petróleo e gás, no setor de Meio Ambiente, Segurança e Saúde.



André Viola Barreto é Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Mestre em Planejamento Energético pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), da UFRJ. Possui graduação em *Ingegneria per l'ambiente e il territorio* pela Politécnico de Turim (Itália). É Analista de Pesquisa Energética na Empresa de Pesquisa Energética (EPE) desde 2013, atuando nos estudos socioambientais do planejamento da expansão da transmissão de energia elétrica e da geração fotovoltaica.



Thiago Galvão é Geógrafo, Especialista em Geoprocessamento pelo IG/UNB. Analista da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) desde 2015, atuando nos estudos socioambientais do planejamento da expansão do sistema de transmissão de energia elétrica e das atividades de petróleo e gás natural. Anteriormente, trabalhou por 12 anos em Gestão de Riscos de Desastres Naturais, a serviço do Ministério das Cidades. Atuou ainda como consultor em estudos de Zoneamento Ecológico-Econômicos – ZEEs.



Paula Cunha Coutinho de Andrade é Engenheira Civil formada pela Universidade Federal Fluminense (UFF) e mestre em Engenharia Civil, com ênfase em Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Analista de Pesquisa Energética da Superintendência de Meio Ambiente da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) desde 2007, com atuação em análises socioambientais, custos fundiários e socioambientais, recursos hídricos e impactos das mudanças climáticas no planejamento energético. Desde 2022 atua como consultora técnica da EPE, coordenando os estudos socioambientais e fundiários associados ao planejamento da expansão do sistema de transmissão de energia elétrica.