



GESEL

Grupo de Estudos do Setor Elétrico

UFRJ

Um Portal para Apoio do Licenciamento Ambiental de Sistemas de Transmissão de Energia Elétrica

Luiz Oliveira
Rebeca C. Motta
Maria Gilda P. Esteves
Herbert S. dos Santos
Jonathan A. da Silva
Jano M. de Souza
Geraldo Zimbrão
Lillian Monteath
Mauricio Moszkowicz
Rogério Almeida
Rodrigo Costa

TDSE

Texto de Discussão do Setor Elétrico

Nº 106

dezembro de 2021

Rio de Janeiro

TDSE

Texto de Discussão do Setor Elétrico N° 106

Um Portal para Apoio do Licenciamento Ambiental de Sistemas de Transmissão de Energia Elétrica

Luiz Oliveira
Rebeca C. Motta
Maria Gilda P. Esteves
Herbert S. dos Santos
Jonathan A. da Silva
Jano M. de Souza
Geraldo Zimbrão
Lillian Monteath
Mauricio Moszkowicz
Rogério Almeida
Rodrigo Costa

ISBN: 978-65-86614-40-4

dezembro de 2021

Sumário

1. Introdução	3
2. O Portal LAST.....	7
2.1 Workflow e Checklist.....	8
2.2 Sistema de Informação Geográfica	12
2.3 Base de Conhecimento.....	16
2.4 Portal de divulgação	18
3. Considerações Finais	20
4. Referências	22

Um Portal para Apoio do Licenciamento Ambiental de Sistemas de Transmissão de Energia Elétrica¹

Luiz Oliveira²
Rebeca C. Motta³
Maria Gilda P. Esteves⁴
Herbert S. dos Santos⁵
Jonathan A. da Silva⁶
Jano M. de Souza⁷
Geraldo Zimbrão⁸
Lillian Monteath⁹
Mauricio Moszkowicz¹⁰
Rogério Almeida¹¹
Rodrigo Costa¹²

1. Introdução

O Plano Decenal de Expansão de Energia 2029 (EPE, 2020) apresenta as perspectivas de expansão da infraestrutura de transmissão de energia elétrica no horizonte de 10 anos para o Brasil e destaca quatro desafios para o setor: a complexidade socioambiental e fundiária; a deterioração dos sistemas de transmissão; o impacto das mudanças climáticas; e a coordenação do sistema de geração e transmissão. Esses desafios são mais complexos quando combinados às incertezas associadas aos procedimentos e

¹ Este artigo relata alguns dos resultados do projeto do Programa de P&D da ANEEL denominado “Desenvolvimento de um Portal de Referência para o Licenciamento Ambiental do Sistema de Transmissão”, financiado pelas empresas CTE - Catxerê Transmissora de Energia Elétrica S.A., ETEE - Expansion Transmissão de Energia Elétrica S.A., IRTE - Iracema Transmissora de Energia. S.A., ITE - Itumbiara Transmissora de Energia S.A., LTI - Linhas de Transmissão do ITATIM S.A. e SMTE - Serra da MESA Transmissora de Energia S.A.

² PESC/COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, e IFRJ, Campus Niterói, Instituto Federal do Rio de Janeiro.

³ PESC/COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

⁴ PESC/COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

⁵ PESC/COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

⁶ PESC/COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

⁷ PESC/COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

⁸ PESC/COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

⁹ GESEL/IE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

¹⁰ GESEL/IE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

¹¹ State Grid Brazil Holding S.A.

¹² State Grid Brazil Holding S.A.

investimentos necessários à conclusão dos empreendimentos, às políticas públicas e aos obstáculos regulatórios e legais, com destaque à grande heterogeneidade dos requisitos relacionados às legislações ambientais federais, estaduais e distritais (CARDOSO JÚNIOR, *et al.* 2020). Neste cenário, ações de planejamento e modernização do setor elétrico, alinhadas com a dinâmica de inovações do setor, se tornam pontos estratégicos para o sucesso dos novos empreendimentos, trazendo benefícios em termos de aumento de confiabilidade e de redução de custos e impactos socioambientais.

Observando o relatório de acompanhamento da expansão da transmissão, de setembro de 2019 (Sistema de Gestão da Transmissão SIGET - ANEEL), 33% dos empreendimentos de expansão da rede básica têm previsão de atraso. Os atrasos declarados pelos agentes de transmissão são principalmente referentes à compra de materiais (58%), a projetos e contratos (57%), ao licenciamento ambiental (45%) e à execução física da obra (40%), segundo dados de 2014 e 2018 da ANEEL (2019), reiterando a importância das atividades de licenciamento

Destaca-se que o Brasil foi um dos países pioneiros no desenvolvimento de uma legislação ambiental com a publicação da Lei nº 6.938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente em 1981 (BRASIL, 1981). O licenciamento ambiental (LA) é um dos instrumentos desta política e estabelece competências, normas e critérios para o licenciamento de atividades efetivas, potencialmente poluentes ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental. No plano infralegal, a Resolução CONAMA nº 06/1987 dispõe especificamente sobre o licenciamento ambiental de obras do setor de geração de energia elétrica e define, a partir da etapa de viabilidade, três etapas administrativas, com a emissão da Licença Prévia (LP) para possibilitar o início do projeto básico, da Licença de Instalação (LI) para o início das obras e da Licença de Operação (LO) para a operação comercial dos sistemas de transmissão e distribuição.

A LP deve ser requerida no início do planejamento do empreendimento, antes de definida a sua localização ou caminhamento definitivo (CONAMA, 1987), e, esta fase, são avaliados os prováveis impactos ambientais dos sistemas de transmissão (subestações e linhas de transmissão). Dependendo do seu enquadramento junto ao órgão competente

(federal, estadual ou municipal), poderá ser exigido um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), a apresentação do Relatório de Avaliação Ambiental (RAA) ou um Relatório Ambiental Simplificado (RAS) para os casos de empreendimentos com impacto ambiental de pequeno porte (BRASIL 2001).

Barboza (2001) destaca que, a partir da publicação da Resolução CONAMA nº 06/1987, uma série de mudanças ocorreu no setor elétrico, no sentido de introduzir a questão ambiental como uma das variáveis a serem contempladas no processo de tomada de decisão e planejamento de seus empreendimentos. As mudanças ocorridas apontaram para a passagem de uma perspectiva centralizadora e orientada pela predominância dos critérios econômico-financeiros e da engenharia, para uma perspectiva que privilegia, ou tenta privilegiar, o processo participativo com o envolvimento de diferentes atores sociais e dá atenção às questões socioambientais. Esta resolução, além de definir exigências para a concessão de licença, compatibilizou as etapas específicas da realização de projetos do setor elétrico com as de etapas de licenciamento já previstas na Resolução CONAMA 01/1986.

A incorporação desta variável ambiental nos empreendimentos energéticos beneficia a sociedade, ao aliar discussões entre economicidade e meio ambiente no processo decisório, e, por isso, o processo de licenciamento não deve ser um empecilho para o estabelecimento da confiabilidade do Setor Elétrico Brasileiro. Atualmente, os itens mais comumente apontados para a dificuldade com o LA são as divergências entre exigências estaduais e federais, a complexidade de análise e a falta de integração nos estudos ambientais e o elevado número de atores envolvidos na aprovação de cada etapa.

Observa-se que a escolha da alternativa mais viável para o traçado da linha de transmissão e a localização das subestações parte da necessidade de uma análise de diversos aspectos, de forma integrada e ponderada, incluindo informações fundiárias (e.g. propriedades interceptadas), ambientais (e.g. proximidades de terras indígenas, quilombolas, cavernas e unidades de conservação) e de engenharia (e.g. viabilidade construtiva, quantidade de torres e ângulos de deflexão). Deste modo, a compilação e o posterior cruzamento de dados e informações de diferentes fontes e formatos são

fundamentais neste processo decisório. Entretanto, obter um conjunto de informações de valor e que permita uma análise integrada não é uma tarefa trivial e, segundo Fronza (2019), pode gerar o questionamento se os traçados definidos para as grandes linhas de transmissão no Brasil observaram critérios de distanciamento de áreas de interesse ambiental.

Portanto, o objetivo deste texto é apresentar uma solução tecnológica para apoiar o processo de LA em sistemas de transmissão (subestações e linhas). Destaca-se que a solução proposta envolve um aparato tecnológico que cobre a sistematização de processos, dados e informações de diferentes fontes, utilizando princípios da gestão do conhecimento. Com esta iniciativa, busca-se trazer mais previsibilidade e controle do LA, garantindo agilidade aos procedimentos e promovendo melhorias importantes para mitigar riscos de prazo e de custo dos empreendimentos.

A solução em questão está sendo desenvolvida no âmbito do Programa de P&D da ANEEL e conta com o apoio e patrocínio integral da State Grid Brazil Holding S.A. O time de desenvolvimento é composto por uma equipe multidisciplinar de pesquisadores, com especialistas em engenharia da computação do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), pesquisadores especialistas do setor elétrico do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL) do Instituto de Economia, ambos grupos da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e pesquisadores especialistas em licenciamento ambiental do Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Fluminense. A equipe de pesquisa do projeto conta é formada, ainda, por pesquisadores chineses da NSC Brasil tecnologia Digital LTDA que, em conjunto com os pesquisadores brasileiros, promovem um interessante intercâmbio científico entre Brasil e China.

2. O Portal LAST

O Portal de Referência para o Licenciamento Ambiental de Sistemas de Transmissão (Portal LAST)¹³ é o resultado de atividades de pesquisa e desenvolvimento executadas de modo colaborativo entre especialistas em LA (tanto da Academia quanto da indústria), que trazem o conhecimento e as necessidades do domínio de problema, e a equipe de desenvolvimento, que traduz tais informações em uma solução computacional. Por sua vez, a escolha de uma metodologia de *design* iterativo, baseado em um processo cíclico de prototipação, teste, análise e refinamento, permitiu a sinergia e a proximidade entre as equipes e o resultado se mostrou rico e inovador para o contexto da aplicação. Além disso, uma importante contribuição para o desenho da solução foi a experiência da equipe de LA da State Grid em licenciamentos pretéritos, proporcionando informações estratégicas que contribuem para que os objetivos de P&D sejam alcançados.

Durante a fase inicial de planejamento do projeto, foi realizada a prospecção da solução, orientada a contemplar três funcionalidades. A primeira é apresentar fluxos de trabalho (*workflows*) que representem os requisitos e a legislação previstos pelos órgãos licenciadores nas esferas federal, estadual e distrital, para cada etapa do processo de obtenção da LA para sistemas de transmissão. A representação por *workflows* foi escolhida por permitir uma abordagem temporal, sequencial e funcional das atividades e informações compreendidas pelos procedimentos de LA. Os fluxos serão complementados com listas de verificação (*checklists*) para cada uma das etapas previstas nos fluxos de modo a nortear os itens necessários para a sua aprovação no final do processo.

A segunda funcionalidade é disponibilizar um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que permita importar, desenhar e correlacionar o traçado da linha de transmissão e/ou localização de subestação com requisitos e entidades geográficas (ex.: unidades de

¹³ Uma versão de desenvolvimento do Portal LAST está disponível em <https://licenciamento.cos.ufrj.br/>.

conservação e áreas indígenas) e seus respectivos órgãos intervenientes. Observa-se que a apresentação do desenho georreferenciado possibilita uma visão clara dos impactos socioambientais para um determinado empreendimento. Neste sentido, a solução permite a sobreposição de camadas temáticas do tipo *raster* e vetoriais exibindo o diagnóstico socioambiental e a alteração do trecho, em busca de otimizar o traçado.

Por fim, a terceira funcionalidade é elaborar e disponibilizar uma base de conhecimento que venha a auxiliar empreendedores na execução do LA de novas obras com aspectos semelhantes. Aqui, foram aplicados os princípios da gestão de conhecimento, adotando, como ponto de partida, o histórico de licenciamentos pretéritos para montar e divulgar uma base de conhecimento, permitindo o reuso de artefatos, de modo a melhor orientar os empreendedores na condução dos processos de LA de sistemas de transmissão.

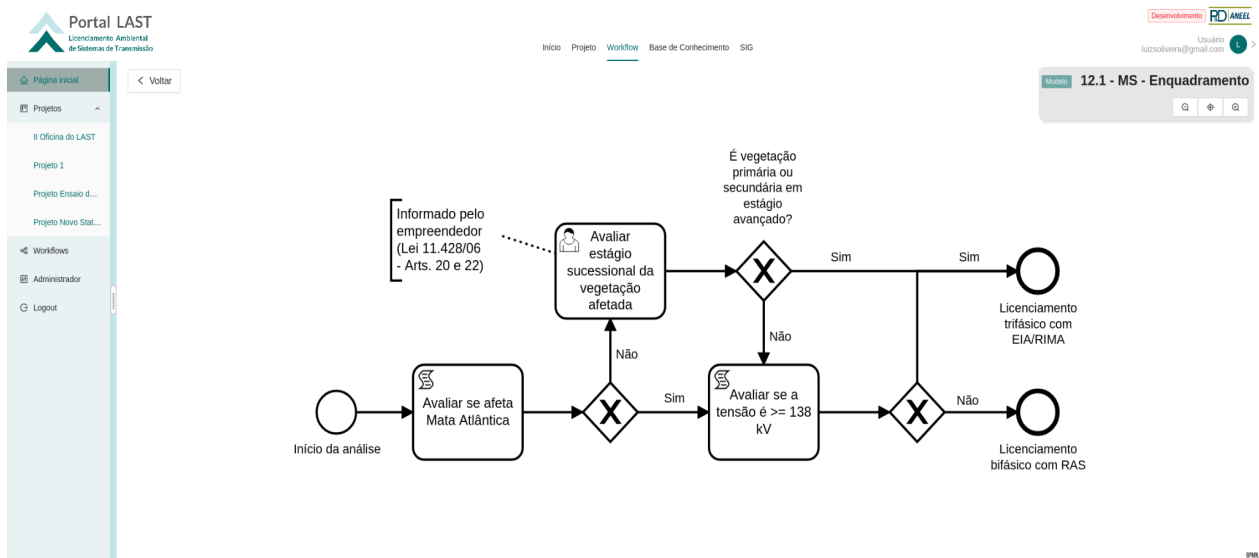
A combinação destas funcionalidades possibilita a proposição de indicadores de complexidade para apoiar a definição do melhor trajeto da linha de transmissão e/ou localização de subestação. A partir das restrições socioambientais encontradas (apresentadas pelo SIG), combinadas com as regras e ritos de licenciamento (apresentados pelo *workflow*), será possível observar a complexidade socioambiental de cada empreendimento. Assim, de posse da informação de complexidade e com o apoio destas funcionalidades, é possível avaliar o grau de atratividade do empreendimento e subsidiar as decisões de planejamento.

2.1 Workflow e Checklist

Para apoiar a implementação dos *workflows*, os especialistas em LA conduziram uma pesquisa para prover um conjunto de informações dos regramentos das instituições estaduais, distrital e federal, juntamente com os critérios de enquadramento dos órgãos licenciadores. Foram identificados atores, processos, regramentos e relacionamentos institucionais, a partir dos quais foi possível modelar *workflows* do processo de licenciamento ambiental para sistemas de transmissão a nível federal e estadual.

A Figura 1, abaixo, apresenta um exemplo de *workflow* definido, no qual foram estabelecidas etapas do LA para cada fluxo de execução, bem como um *checklist* das atividades identificadas, considerando os dados e parâmetros necessários. Observa-se que os *workflows* modelados refletem o estado da arte dos critérios e procedimentos adotados pelas agências ambientais, os quais validados via reuniões com os respectivos órgãos e regulamentações vigentes.

Figura 1. Exemplo de *workflow* para enquadramento do rito de licenciamento ambiental



Como consequência de um minucioso estudo dos regramentos de licenciamento ambiental aplicados a sistemas de transmissão, foi construído um precioso acervo de modelos, descritos através da notação *Business Process Model and Notation* (BPMN). A notação BPMN é amplamente disseminada e permite a realização, de forma padronizada, da modelagem dos processos de negócio descritos em centenas de documentos norteadores do licenciamento ambiental. A principal contribuição deste módulo foi a sua capacidade de descrever o regramento de licenciamento ambiental de uma maneira na qual possa ser melhor compreendido tanto por humanos quanto pelas máquinas.

Ao todo, foram produzidos 209 *workflows* contemplando os níveis federal e estadual. Na esfera federal, foram envolvidos cinco órgãos, a saber: Fundação Nacional do Índio (FUNAI), Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Instituto do

Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Secretaria de Vigilância em Saúde (MS-SVS) e Unidades de Conservação. Na esfera estadual, foram envolvidos órgãos ambientais das 27 unidades da federação.

Na Figura 2, é possível visualizar uma pequena amostra deste acervo de *workflows* e a tela demonstrada na imagem funciona de forma semelhante a uma loja de aplicativos para celular. Neste caso, porém, o empreendedor interessado no licenciamento ambiental possui um acesso facilitado a centenas de diagramas que traduzem, de modo muito claro, os detalhes que outrora estavam dispersos em diversos documentos e sites, por vezes de difícil acesso.

Figura 2. Parte do acervo de *workflows* mapeados no âmbito do Portal LAST

The screenshot displays the Portal LAST interface, which is designed to look like a mobile app store. The top navigation bar includes 'Portal LAST', 'Licenciamento Ambiental de Sistemas de Transmissão', and 'ANEEL'. The main content area is titled 'Modelos de workflow' and features a grid of workflow cards. Each card represents a different stage of the licensing process, such as '10.1 - MA - Enquadramento', '10.2.1 - MA - LP - EIA', and '10.2.2 - MA - LI - EIA'. Each card includes a brief description, a BPMN diagram, and an 'Atualizado' (Updated) timestamp. The interface also includes a search bar and a 'Novo modelo' button.

Além de facilitar o acesso aos regramentos ambientais, uma outra grande inovação deste projeto de P&D é a sua capacidade de descrever o regramento de LA de uma forma que este possa ser compreendido até mesmo por máquinas.

Neste sentido, a principal vantagem desta inovação é a introdução da capacidade de executar avaliações de cumprimento de regulamentos ambientais automaticamente e em tempo real.

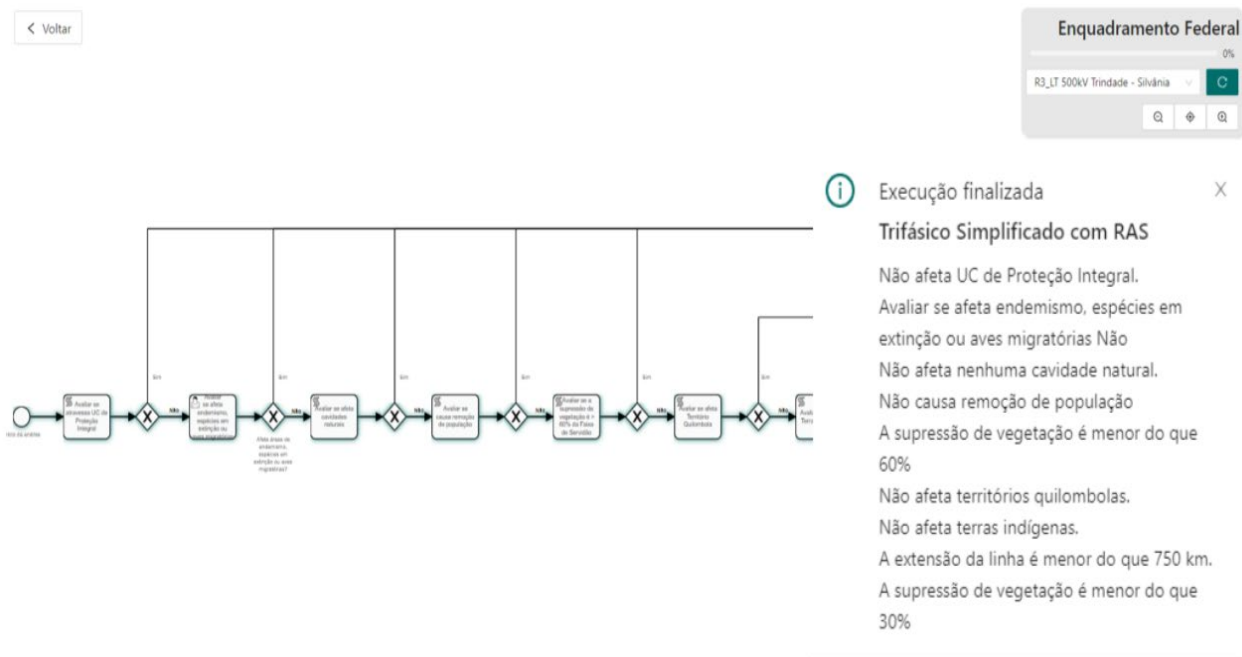
Essas avaliações são realizadas através de algoritmos desenvolvidos pelos autores, que realizam consultas georreferenciadas considerando o traçado proposto e a base de dados de regras de negócio descritas através dos modelos BPMN¹⁴.

A Figura 3 exibe um exemplo de *workflow* de enquadramento federal, capaz de realizar automaticamente as verificações necessárias para sugerir o rito ambiental que será utilizado no empreendimento em questão.

Para realizar tais análises, o sistema precisa verificar se o traçado atravessa unidades de conservação de proteção integral, se afeta cavidades naturais, se causa a remoção de população, se a supressão de vegetação é maior do que 60% da faixa de servidão, se afeta território quilombola, se afeta territórios indígenas, dentre outras questões que já podem ser respondidas de maneira automática através de algoritmos específicos desenvolvidos no âmbito deste projeto de P&D.

¹⁴ No momento da escrita deste artigo, do total de 209 modelos BPMN produzidos, 30 *workflows* são modelos do tipo enquadramento e podem ser executados de forma automática a partir dos cálculos internalizados e das análises das afetações ambientais georreferenciadas. A equipe está trabalhando para aumentar este número, elevando o nível de automação e inteligência para realizar análises ambientais de modo mais abrangente e em tempo hábil para subsidiar a tomada de decisão.

Figura 3. Exemplo de *workflow* de enquadramento executável construído no âmbito do Portal LAST



2.2 Sistema de Informação Geográfica

O foco do módulo de Sistema de Informação Geográfica está na identificação de corredores prioritários para a instalação de sistemas de transmissão, de modo a minimizar possíveis afetações ambientais. O SIG já possui uma lista temática com mais de 30 aspectos ambientais, divididos em Meio Socioeconômico, Meio Biótico, Meio Físico, Limites Administrativos e Sistemas de Transmissão. Os temas foram cuidadosamente selecionados ou produzidos considerando as exigências das legislações ambientais federais e estaduais em vigor, bem como as problemáticas construtivas do ponto de vista do empreendedor.

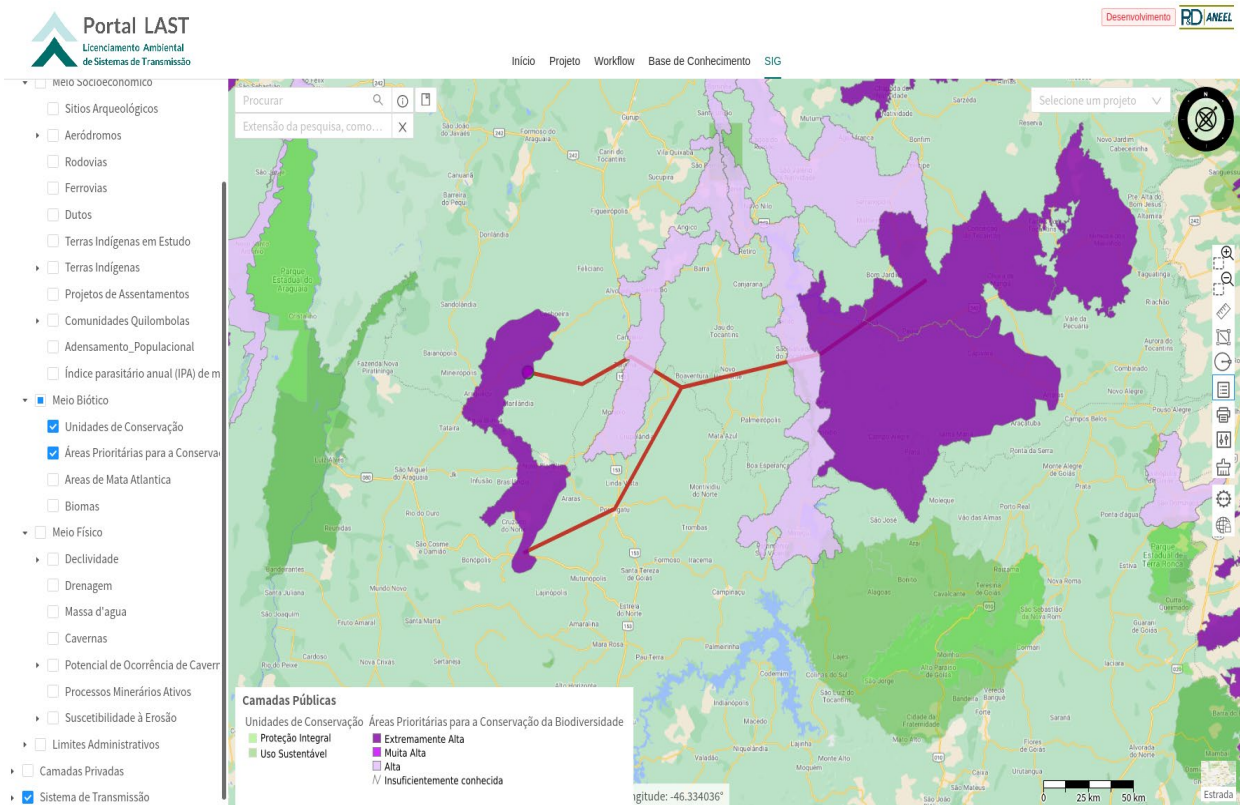
Assim, através do uso de bases temáticas atualizadas e das ferramentas disponíveis, um empreendedor pode simular diversos cenários de traçado, além de realizar alterações, comparações e avaliações, em tempo real, das interferências ambientais produzidas. O sistema se mostra demasiadamente aplicável tanto para produzir indicadores de afetações ambientais, quanto para facilitar o cumprimento das exigências do processo de

LA, promovendo a redução do seu tempo e permitindo uma adequação do projeto de engenharia às exigências do meio ambiente.

Observa-se que o SIG foi projetado para exibir, importar, armazenar e manipular dados georreferenciados de importantes aspectos ambientais e pertinentes ao processo de LA. Deste modo, a solução proposta permite visualizar, de forma integrada, informações públicas e privadas que auxiliam usuários e empreendedores a entenderem melhor o contexto ambiental de um empreendimento, apoiando a tomada de decisão.

As informações privadas são aquelas oriundas de bases não oficiais e que são enviadas à plataforma pelo próprio usuário. Por se tratar de dados secundários produzidos pelo próprio usuário, a arquitetura do sistema garante o sigilo total destas informações, de modo que apenas os usuários integrantes do mesmo projeto possam acessá-las. A Figura 4 apresenta a tela principal do módulo de SIG com exemplos de bases temáticas e traçados ativos.

Figura 4. Tela principal do módulo SIG com exemplos de bases temáticas e traçados ativos



Para assegurar que as bases geográficas sejam exibidas de forma correta e padronizada no módulo de SIG, foram definidos alguns procedimentos e atividades normalizadoras. O caminho para operacionalização da maior parte dos temas incluiu a obtenção dos dados públicos a partir de fontes oficiais, a conversão de formatos, a padronização para o Sistema de Referência Geográfico WGS84, o controle da qualidade dos dados, a criação de *scripts* e a carga em banco de dados geoespacial.

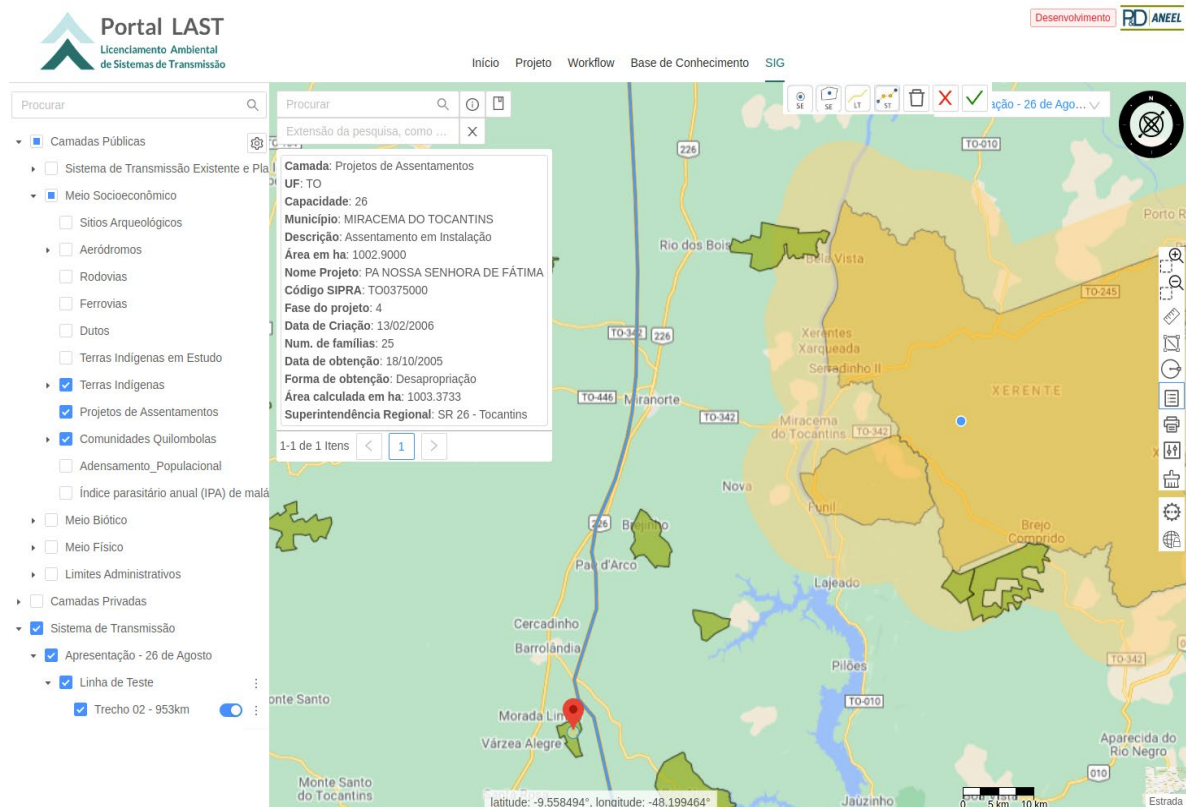
Para algumas outras bases, contudo, foram percorridos caminhos mais longos, que consistiram no processamento de imagens de satélites para identificação de entidades geográficas de interesse do projeto, evidenciando mais uma contribuição do Portal LAST, com a criação de bases temáticas inéditas importantes para processos de análise do LA. Em outros casos, foi necessário, ainda, a compilação e o processamento de uma ou mais bases de dados públicos, para permitir a criação de novos temas que servem a interesses bem específicos dos regramentos ambientais de sistemas de transmissão. Ressalta-se que, para todos os casos citados anteriormente, a equipe deste projeto de P&D empenhou-se para manter um registro fidedigno da proveniência dos dados, relatando todas as etapas e processos de transformação sofridos desde a origem do dado até a sua publicação no SIG.

Uma parte importante deste módulo é a sua gama de ferramentas úteis para avaliar traçados de linhas de transmissão. Dentre as ferramentas mais relevantes, destacam-se aquelas para importação, desenho e edição de sistemas de transmissão. Observa-se que, no escopo deste projeto de P&D, um sistema de transmissão é uma entidade genérica que engloba um determinado número de linhas e subestações. O empreendedor tem total liberdade de propor diversas combinações possíveis de linhas e subestações agrupadas, em sistemas de transmissão que reflitam as suas proposições de traçados, cenários alternativos, dentre outras possibilidades.

O SIG conta, ainda, com ferramentas de medição, que permitem medir a distância entre dois pontos, a área, a circunferência e o raio de círculos, bem como a área de polígonos com respectivos ângulos dos vértices. Por fim, o sistema permite a impressão de mapas e a geração de um relatório que reúne as informações mais importantes relativas ao traçado, incluindo o resultado do Indicador de Impacto Ambiental. O cálculo deste indicador é realizado de forma automática, considerando as entidades geográficas e o regramento do processo de LA (leis, portarias, decretos, entre outros).

A seguir, a Figura 5 exibe algumas das funcionalidades do SIG, que incluem: (i) a possibilidade de buscar as entidades geográficas mapeadas na base de dados, a partir de coordenadas ou de palavras-chave; (ii) a exibição do traçado e da sua faixa de servidão, permitindo visualizar possíveis afetações à assentamentos, terras indígenas ou comunidades quilombolas, por exemplo; e (iii) a edição do traçado através da criação de novos vértices, de modo a alterar o caminho percorrido pela linha, evitando, assim, as afetações ambientais que podem ser evitadas.

Figura 5. Módulo SIG com demonstração de algumas ferramentas de análise e de desenho de traçado



2.3 Base de Conhecimento

O objetivo do módulo Base de Conhecimento é viabilizar, através de uma interface de busca, o acesso a documentos relevantes de licenciamentos pretéritos, que auxiliem no planejamento do LA de sistemas de transmissão, promovendo o reuso de dados e de experiências obtidas em empreendimentos semelhantes.

Apesar de alguns órgãos licenciadores já disponibilizarem documentos de LA em portais públicos, por muitas vezes os mesmos não podem ser facilmente localizados. Por exemplo, consultando o portal do IBAMA, existem mais de 23 mil documentos somente sobre o licenciamento pretérito de sistemas de transmissão de energia elétrica. Esses milhares de documentos estão distribuídos em pastas conforme o empreendimento ambiental e a única forma de localizar um documento específico é navegando por uma imensidão de opções de diretórios e caminhos.

A solução de gestão de conhecimento desenvolvido no escopo do Portal LAST possui um inteligente processo de obtenção de documentos e processamento automático de seu conteúdo, por meio de um agente de *software* capaz de buscar, em fontes oficiais previamente autorizadas, aqueles associados ao LA de sistemas de transmissão. Esses documentos são processados através de algoritmos específicos que extraem o texto neles presente, sejam digitais ou mesmo escaneados.

Os dados e metadados extraídos desses documentos são inseridos em uma base de dados otimizada para buscas textuais. O sistema é capaz de catalogar automaticamente arquivos de diversos formatos, sejam estes documentos de texto, planilhas, apresentações, imagens, vídeos, áudios, bases de dados geográficas, arquivos compactados, dentre outros.

Figura 6. Tela de busca de documentos da Base de Conhecimento

The screenshot displays the search interface of the Portal LAST. At the top left, the logo for 'Portal LAST Licenciamento Ambiental de Sistemas de Transmissão' is visible. The top right corner shows the user's name 'luizsoliveira@gmail.com' and a profile icon. The main navigation bar includes 'Início', 'Projeto', 'Workflow', 'Base de Conhecimento', and 'SIG'. The search bar contains the text 'caracterização ambiental'. Below the search bar, there are filters for 'Período' (07/09/2021 to 07/09/2021), 'Empreendimento' (Interligação Elétrica Brasil - Uruguaí, LD 138 kV Xambioá/TO - Sã o Geraldo/PA e Subestações Associadas), and 'Extensão' (xls,xlsx,xml,zip). The search results are displayed in a list format, showing document titles, dates, and snippets of text. The first result is 'Caracterização Ambiental_Eleetrodo São Vicente de Minas_43-e.pdf' dated 29/11/2016. The second result is '2545-00-ECI-RL-0001-00_04_CaracAmbiental.pdf' dated 30/03/2014. The third result is 'CaracterizacaoAmbiental_2911.pdf' dated 29/11/2016. The interface also shows a pagination control at the top of the results area, indicating 'Exibindo documentos 1 - 10 de 6032 (0,843 segundos)'.

A Figura 6, acima, exibe um trecho da tela do módulo de busca que facilita a localização de documentos disponíveis na Base de Conhecimento do Portal LAST. Para utilização do sistema, o usuário precisa apenas acessar a página e digitar os termos desejados para uma busca. Observa-se que o sistema segue os princípios de *design* dos principais mecanismos de busca e permite que sejam combinados, em um campo de busca, o uso de palavras-chave e de operadores lógicos *booleanos*. Desta forma, o usuário pode combinar palavras-chave que devem ocorrer simultaneamente no texto, palavras-chave em que uma possa substituir a outra ou, ainda, especificar expressões exatas, dentre outras facilidades de busca.

Explorando a tela do sistema, além de digitar uma ordem de busca, o usuário pode filtrar por intervalo temporal, por empreendimentos específicos, por extensões de arquivos que sejam do seu interesse, pelo nome de arquivos, dentre outras possibilidades.

Para cada um dos resultados exibidos em tela, o usuário pode verificar os seus metadados, como título, nome, extensão, tamanho e a fonte do arquivo. Além disso, o sistema exibe, em destaque, os trechos do documento onde foram encontradas as palavras-chave buscadas. Por fim, após localizar um documento do seu interesse, o usuário pode acessar imediatamente o seu conteúdo na íntegra e fazer *download*.

Dentre os possíveis benefícios obtidos com a facilidade de localização de documentos, citam-se:

- i) o reuso de documentos produzidos em licenciamentos pretéritos que possam ser reaproveitados em novos licenciamentos, conforme previsto em lei;
- ii) a redução do impacto ambiental ocorrido durante estudos que exigem a coleta de espécimes vivos, como os estudos de fauna;
- iii) a identificação de jurisprudências e de posicionamentos dos órgãos ambientais em licenciamentos pretéritos; e
- iv) a redução do custo e do prazo de licenciamento ambiental para os processos que se beneficiem do conhecimento adquirido através de artefatos de licenciamentos anteriores.

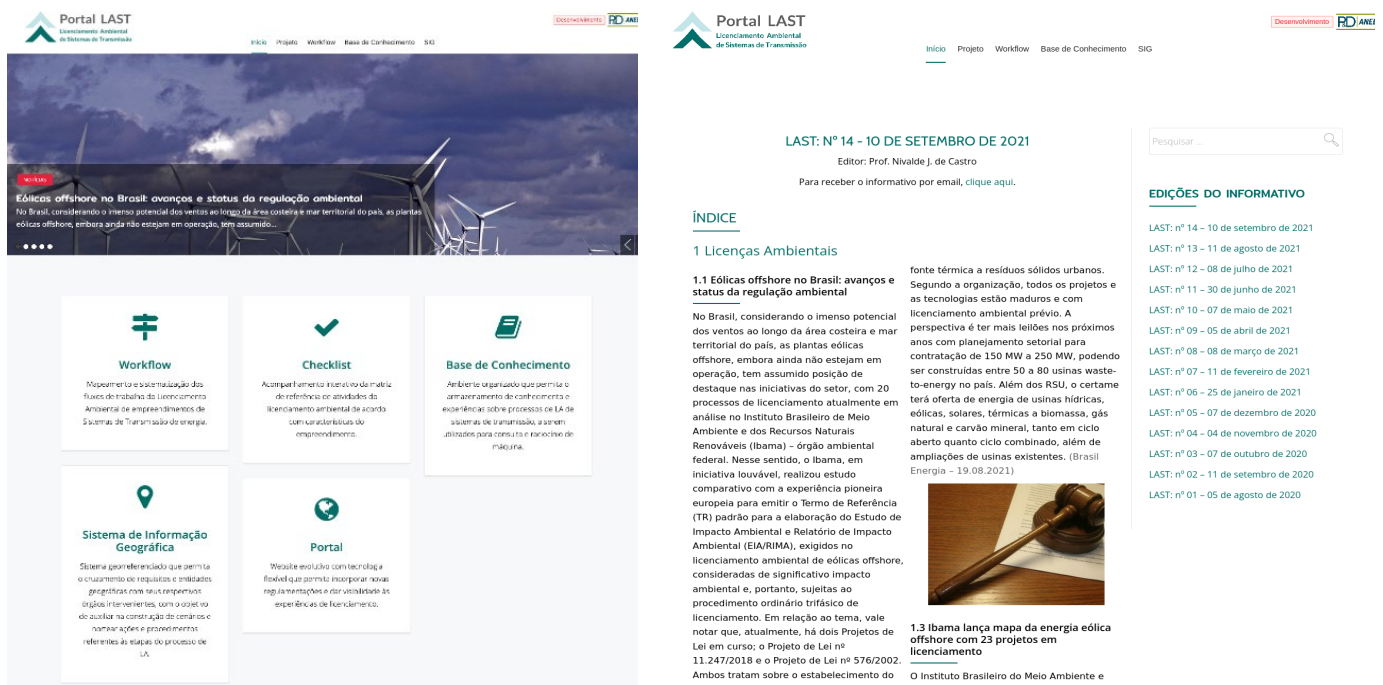
2.4 Portal de divulgação

O módulo do portal de divulgação cumpre o papel de disseminar as informações sobre o Projeto LAST e o segmento de transmissão de energia elétrica. No que diz respeito à disseminação de informações do projeto, o módulo contém páginas com informações gerais, objetivos, vídeos com entrevistas, uma biblioteca de documentos e notícias, bem como os links para cada um dos módulos que compõem a suíte de aplicativos LAST.

Para além de informações que se limitam a este projeto de P&D, o portal conta ainda com um informativo publicado mensalmente com informações estratégicas sobre o segmento

de transmissão de energia do sistema elétrico brasileiro¹⁵, organizadas nas seguintes categorias: licenças ambientais, regulação, empresas, leilões e biblioteca virtual. Destaca-se que as principais missões do portal são promover a divulgação científica dos resultados obtidos e prover a transparência esperada para um projeto de P&D. A Figura 7 apresenta um trecho da página inicial do portal de divulgação e um exemplo dos informativos.

Figura 7. Trecho da página inicial do portal de divulgação (esq.) e da página de informativos (dir.)



¹⁵ No momento da escrita deste texto, já foram publicadas 15 edições do informativo em questão.

3. Considerações Finais

Os autores esperam que a infraestrutura desenvolvida neste projeto venha a servir como um portal de referência para o LA de sistemas de transmissão de energia elétrica no Brasil, ao reunir, em um único ambiente:

- i) ferramentas que permitem o acesso a uma base de documentos organizados e de fácil acesso,
- ii) uma base de dados georreferenciados, contendo aspectos ambientais relevantes ao processo de LA,
- iii) o cálculo automático de indicadores ambientais que auxiliam na escolha do melhor traçado de linhas de transmissão e
- iv) um conjunto de *workflows* que orientam os critérios de enquadramento e ritos processuais para a obtenção das licenças prévia, de instalação e operação. Observa-se que os *softwares* desenvolvidos no âmbito deste projeto estão em fase final de registro no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

O Portal LAST se apresenta ao setor como uma robusta suíte de aplicativos, que traz ferramentas e soluções inovadoras nas áreas de gestão do conhecimento, modelagem de processos de negócios referentes a regramentos de LA, execução automática destes modelos, sistema de informação geográfica, análises automáticas de traçados de sistemas de transmissão, obtenção automática de documentos de licenciamentos pretéritos, extração automática de seus conteúdos e disponibilização dos mesmos em interface de busca textual.

Assim, equipado com tais tecnologias e metodologias inovadoras, o Portal LAST apresenta as seguintes contribuições:

1. Apoio na identificação de corredores prioritários para instalação de sistemas de transmissão, de modo a colaborar com a minimização de afetações ambientais, bem como com a redução de custos e de prazos;

2. Criação de um acervo com mais de 200 modelos de processos de negócio (*workflows*) que refletem o estado da arte do regulamento de LA, distribuídos nas esferas federal e estadual, englobando todas as 27 Unidades da Federação;
3. Desenvolvimento de algoritmos inteligentes capazes de executar o regramento ambiental modelado em processo de negócio, cruzando com informações de traçado e bases temáticas georreferenciadas, para localização e indicação, em tempo real, de afetações ambientais;
4. Desenvolvimento de uma solução de sistemas de informações georreferenciadas que permitam o desenho de traçado de sistemas de transmissão, que se beneficie de informações atualizadas e de análises automáticas que possibilitam a elaboração de um traçado otimização para evitar afetações ambientais;
5. Desenvolvimento de uma solução de base de conhecimento que reúne um acervo com mais de 30 mil documentos de licenciamento pretéritos, indexados de forma a facilitar a sua localização a partir de um conteúdo buscado, permitindo o reuso de documentos e o reaproveitamento de conhecimento pretérito; e
6. Desenvolvimento de um agente de *software* capaz de percorrer sites oficiais de órgãos licenciadores, obter documentos públicos relativos a LA, extrair o seu conteúdo e catalogá-lo em uma base de conhecimento de processos pretéritos.

Por fim, de acordo com o melhor conhecimento dos autores, o sistema proposto neste artigo é inovador em seu segmento, não existindo nenhum outro sistema que reúna tais contribuições em prol da evolução do processo de LA de sistemas de transmissão de energia elétrica.

4. Referências

BARBOSA, N. P. Setor elétrico e meio ambiente: A institucionalização da "questão ambiental". Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional. Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, p. 241, 2001.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

CARDOSO JUNIOR, R. A. F.; HOFFMANN, A. S.; MONTEATH, L.; SALCEDO, C. V.; LAGORE, B.; ROCHA, B. B. Environmental licensing of new transmission systems in Brazil: Framing criteria by environmental agency. *Global Energy Interconnection*, Volume 3, Issue 5, 2020, pp. 423-429, ISSN 2096-5117.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Publicação no DOU em 17 de fevereiro de 1986, pp. 2.548-2.549, 1986.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 06, de 16 de setembro de 1987. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras do setor de geração de energia elétrica. Publicação no DOU em 22 de outubro de 1987, p. 17.500, 1987.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 279, de 27 de junho de 2001. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental. Publicação no DOU em 29 de junho de 2001, pp. 165-166, 2001.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 428, de 17 de dezembro de 2010. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências. Publicação no DOU em 20 de dezembro de 2010, p. 805, 2010.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética; MME, Ministério de Minas e Energia. Plano Decenal de Expansão de Energia 2029. Brasília: MME/EPE, 2020.

FRONZA, J. G. Lógica *fuzzy* na avaliação ambiental e alocação otimizada de traçados de linhas de transmissão. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE, Santos, SP. 14 a 17 de abril de 2019.

Toda a produção acadêmica e científica do GESEL está disponível no site do Grupo, que também mantém uma intensa relação com o setor através das redes sociais Facebook e Twitter.

Destaca-se ainda a publicação diária do IFE - Informativo Eletrônico do Setor Elétrico, editado deste 1998 e distribuído para mais de 10.000 usuários, onde são apresentados resumos das principais informações, estudos e dados sobre o setor elétrico do Brasil e exterior, podendo ser feita inscrição gratuita em <http://cadastro-ife.gesel.ie.ufrj.br>

GESEL – Destacado think tank do setor elétrico brasileiro, fundado em 1997, desenvolve estudos buscando contribuir com o aperfeiçoamento do modelo de estruturação e funcionamento do Setor Elétrico Brasileiro (SEB). Além das pesquisas, artigos acadêmicos, relatórios técnicos e livros – em grande parte associados a projetos realizados no âmbito do Programa de P&D da Aneel – ministra cursos de qualificação para as instituições e agentes do setor e realiza eventos – work shops, seminários, visitas e reuniões técnicas – no Brasil e no exterior. Ao nível acadêmico é responsável pela área de energia elétrica do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento do Instituto de Economia (PPED) do Instituto de Economia da UFRJ

ISBN: 978-65-86614-40-4

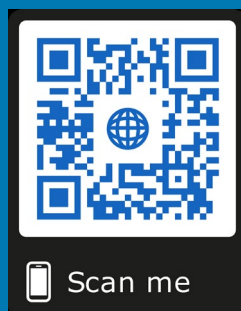
SITE: gesel.ie.ufrj.br

FACEBOOK: [facebook.com/geselufrj](https://www.facebook.com/geselufrj)

TWITTER: twitter.com/geselufrj

E-MAIL: gesel@gesel.ie.ufrj.br

TELEFONE: (21) 3938-5249
(21) 3577-3953



Versão Digital

ENDEREÇO:

UFRJ - Instituto de Economia.
Campus da Praia Vermelha.

Av. Pasteur 250, sala 226 - Urca.
Rio de Janeiro, RJ - Brasil.
CEP: 22290-240