

# BEMSPampa: Balanço Energético da Metade Sul - Bioma Pampa no contexto da Transição Energética

1<sup>st</sup> Vinicius Amaro Ferreira da Silva

*Grupo de Estudos Avançados em Engenharia de Energia*  
*Universidade Federal do Pampa*  
Bagé, Brasil  
vinciussilva.aluno@unipampa.edu.br

2<sup>nd</sup> Enoque Dutra Garcia

*Grupo de Estudos Avançados em Engenharia de Energia*  
*Universidade Federal do Pampa*  
Bagé, Brasil  
enoquegarcia@unipampa.edu.br

3<sup>rd</sup> Dominnic Gomes da Silva

*Grupo de Estudos Avançados em Engenharia de Energia*  
*Universidade Federal do Pampa*  
Bagé, Brasil  
dominnicilva.aluno@unipampa.edu.br

4<sup>th</sup> Rodrigo Buroni Machado

*Grupo de Estudos Avançados em Engenharia de Energia*  
*Universidade Federal do Pampa*  
Bagé, Brasil  
ro.buroni@hotmail.com

5<sup>th</sup> Thiago Prestes Rodrigues

*Grupo de Estudos Avançados em Engenharia de Energia*  
*Universidade Federal do Pampa*  
Bagé, Brasil  
thiagorodrigues.aluno@unipampa.edu.br

6<sup>th</sup> Itiberê Gonçalves Silva Filho

*Grupo de Estudos Avançados em Engenharia de Energia*  
*Universidade Federal do Pampa*  
Bagé, Brasil  
itibere.filho@gmail.com

7<sup>th</sup> Caique Nunes Maria Santana

*Grupo de Estudos Avançados em Engenharia de Energia*  
*Universidade Federal do Pampa*  
Bagé, Brasil  
nunescaique10@gmail.com

O Pampa é um dos seis biomas brasileiros, localizado na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. Mesmo com sua pequena área de abrangência no território brasileiro, o Bioma Pampa possui rica biodiversidade e significativos recursos energéticos. Acerca desses recursos, existem diversas fontes e bibliografias que os abordam; mas, por conta das diferenças existentes entre as bases de dados utilizadas, há dificuldade em mensurar o potencial e consumo energético relativo à região metade Sul-Riograndense. Dessa forma, é proposto o projeto de pesquisa que visa investigar recursos do Bioma Pampa coincidente com a mesorregião através de levantamento de informações geoenergéticas a partir do desenvolvimento de estudo e pesquisa do potencial energético regional. Esse mapeamento consiste em desenvolver e aplicar procedimentos metodológicos para cálculos da matriz energética considerando dados obtidos a partir da consulta a diferentes órgãos, de modo, que se contribua para transição energética regional, agregue conhecimento científico e divulgue informações consolidadas. Neste sentido as referências são obtidas através de consultas nas plataformas de pesquisa e interação com as diversas instituições envolvidas com o arcabouço energético. Para o tratamento do volume de informações será realizado processo metodológico na forma de triagem, aplicado processo de prospecção de dados e desenvolvido um novo produto na forma de Atlas, provisoriamente denominado BEMSPampa

(Balanço Energético da Metade Sul - Bioma Pampa).

**Palavras-Chave:** Recursos energéticos, matriz eletroenergética, bioma pampa, atlas

## I. INTRODUÇÃO

A nível global se verificam mudanças disruptivas na forma de produzir, transportar, comercializar e usar os recursos energéticos, com destaque para substituição da matriz a base de combustíveis fósseis por fontes alternativas. No Brasil, alinhada a essa evolução, se verifica iniciativas relacionadas à Transição Energética, a busca por fontes de energias renováveis e os processos de Modernização do Setor Elétrico, neste aspecto, se verifica iniciativas recentes como o surgimento de um novo marco regulatório através da proposta de um Código Brasileiro de Energia Elétrica [1], o marco regulatório da Geração Distribuída e as análises de abertura do mercado.

No entanto, se observa uma lacuna na disponibilidade de informações gerais relativas à mesorregião Metade Sul Rio Grandense vista na Fig. 1, ou ainda, se verifica a necessidade de atualização de dados [2]. Ações específicas como o projeto que cria a Região de Desenvolvimento Integrado (Ride) da Metade Sul do Rio Grande do Sul não têm avanços significativos.

De parte de dados geoenergéticos, atualmente, o acesso a informações carece de um trabalho de estruturação. Sendo assim, por meio de uma plataforma se espera influenciar as iniciativas de filtros por zoneamento no âmbito da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul [4], bem como os resultados do Censo Demográfico IBGE de 2022.

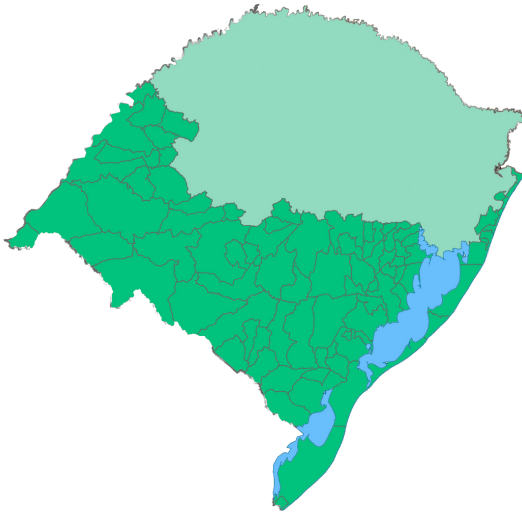


Fig. 1. Região de Estudo do BEMSPAMPA

Para o tratamento do volume de informações será realizado processo metodológico na forma de triagem, aplicado processo de prospecção de dados e desenvolvido um novo produto na forma de Atlas, provisoriamente denominado BEMSPampa (Balanço Energético da Metade Sul - Bioma Pampa). Portanto, consiste em uma ferramenta computacional constituída de relatórios que consolidam os resultados da pesquisa, com armazenamento na nuvem, disponibilizados em plataforma digital, com aplicações web como webmap e e-book. O conteúdo do Atlas abrange, entre outros, registros de outorgas, históricos anemométricos e solarimétricos, inventários hidrelétricos, potencial termelétrico, disponibilidade de fontes alternativas como biomassa, biodiesel, biogás e hidrogênio verde.

Assim, para prospecção tecnológica se recorre a conceitos inovadores no contexto da Transição Energética e Indústria 4.0, que abrange a Modernização do Setor Elétrico Brasileiro, a expansão dos Recursos Energéticos Distribuídos, a transformação digital pelas Redes Elétricas Inteligentes e a implementação de Usinas Híbridas. Nesta lógica, busca-se o engajamento da comunidade universitária na pesquisa, a compreensão ampla da sociedade sobre os recursos energéticos do Bioma Pampa e, por conseguinte, o estímulo ao desenvolvimento da mesorregião Metade Sul Rio-Grandense.

#### A. Justificativa

O presente trabalho apresentará qual a ideia de plataforma que una todas as informações pertinentes a geração, consumo e

mapeamento de fontes renováveis na área em que se encontra o bioma pampa, evidenciando como tal questão é relevante para o balanço energético na região.

Este artigo comentará sobre quais informações são pertinentes para um balanço energético da região para questões ambientais, de desenvolvimento e econômicas, e como essas informações poderiam estar reunidas todas em uma só plataforma, já que todos os estudos feitos anteriormente trazem essas informações, mas em espalhadas em diversa plataformas, pesquisas, artigos e outros meios de publicação.

Ainda se tem poucas informações em base de dados e estrutura para a nova plataforma, mas já é possível esboçar como serão tratados os dados e feita a organização das pesquisas.

#### B. Objetivos

O objetivo principal deste trabalho científico é a aplicação de método de organização das informações sobre recursos energéticos por mesorregião e desenvolvimento de um novo produto na forma de plataforma digital Atlas, denominado BEMSPampa (Balanço Energético da Metade Sul - Bioma Pampa). Como objetivos específicos deste projeto foram traçados os relacionados a seguir:

- Consultar agências reguladoras sobre outorgas;
- Mapear instituições com potencial de disponibilizar informações;
- Demandar informações a secretarias estaduais, concessionárias e municípios;
- Buscar referências bibliográficas em plataformas de pesquisa científica;
- Apurar os montantes de energia referentes às diversas fontes de energia;
- Realizar o balanço energético por mesorregião;
- Ampliar o acesso às informações sobre potencial energético;
- Obter dados que subsidiem projetos de conclusão de curso baseados em situações reais;
- Identificar peculiaridades regionais a serem analisadas no âmbito da pesquisa científica;
- Apontar oportunidades de empreendedorismo relacionados ao ensino de engenharia;
- Fomentar a realização de projetos de extensão alinhados às características da Metade Sul-Riograndense;
- Promover eventos para divulgar dados e integrar universitários e empresários;
- Organizar a colaboração de conhecimento entre docentes, pesquisadores e profissionais do setor de energia;
- Instigar a interdisciplinaridade nos grupos de pesquisa;
- Elaborar contribuições para audiências públicas dos órgãos governamentais e regulatórios;
- Participar de reuniões de Comitês.

De tal modo, o BEMSPampa deve fornecer dados consistentes sobre os recursos energéticos existentes na Metade Sul Rio-Grandense, disponibilizados na forma digital, com conteúdo sobre as diversas fontes de energia, bem como a infraestrutura existente e planejada. Neste sentido, contribuir

com informações sobre empreendimentos existentes e outorgas referentes a usinas, linhas de transmissão, subestações e redes de distribuição.

No aspecto de uso final da energia, apresentar estatísticas sobre perfil de carga das classes de consumo, assim como reunir informações relativas as plantas de cogeração, microgeração e minigeração.

## II. METODOLOGIA

Os recursos envolvidos no projeto estão atrelados às atividades dos docentes, técnicos e discentes da Universidade Federal do Pampa no Campus Bagé (UNIPAMPA-Bagé), inclusive a disponibilidade da infraestrutura existente. O procedimento metodológico adotado parte de força-tarefa inicial relativa a referencial bibliográfico seguida de uma clusterização das informações, o qual será registrado em patente.

Como referência, a nível nacional, entre outras, se destaca o webmap interativo do sistema energético brasileiro [5], o Mapa Dinâmico do SIN que pode ser visto na Fig. 2, [6], o Sistema de Informações de Geração [7] e o Portal de Geoprocessamento [8], que reúne os dados geográficos colhidos a partir do Sistema de Inteligência Analítica do Setor Elétrico (SIASE), sendo através do BEMSPampa se propõe superar a assimetria de informações a nível regional para os *stakeholders*.



Fig. 2. Seção do SIN referente ao Rio Grande do Sul

Nesse processo de agrupamento ocorre a avaliação preliminar dos recursos necessários para o desenvolvimento da plataforma, considerando recursos como capacidade de armazenamento de dados na nuvem. Numa etapa de validação de dados são desenvolvidas metodologias científicas e aplicados métodos existente para subsidiar os cálculos dos recursos energéticos em uma determinada área geoenergética, inclusive validando e ampliando os equacionamentos já aplicados em estudos estatísticos, como [9] e [10].

A medida que avança a pesquisa de mapeamento a equipe responsável pela estrutura computacional desenvolve a programação.

No desenvolvimento do projeto será realizada interação com diferentes instituições, das quais são listadas preliminarmente: CEEE-Equatorial, IBGE, CGT Eletrosul, UTE Pampa Sul, UTE CGTE, COOPERSUL, FECOERGS, COREDEs, EPE, MME, ANEEL, CCEE, IBGE, Embrapa, IRGA, AGERGS, entre outras.

A medida que avança o estudo, se necessário, são realizadas consultas a órgãos governamentais, associações, federações e fundações, tais como: ABAQUE, ABCE, ABCM, ABDAN, ABEEólica, ABEGÁS, ABEMI, ABGD, ABIAPE, ABINEE, ABIOGÁS, ABRACE, ABRACELL, ABRADDEE, ABRAGE, ABRAGEL, ABRAGET, ABRAPCH, ABRATE, ABREN, ABSOLAR, ANACE, APINE, COGEN, UNICA, entre outras.

Cabe destacar o uso de informações públicas como as disponibilizadas no mapa solarimétrico, mapa eólico e mapa biomassa, as quais passam por procedimento metodológico para relacionar os montantes por mesorregião, tendo como exemplo o mapa de calor do Rio Grande do Sul na Fig. 3.

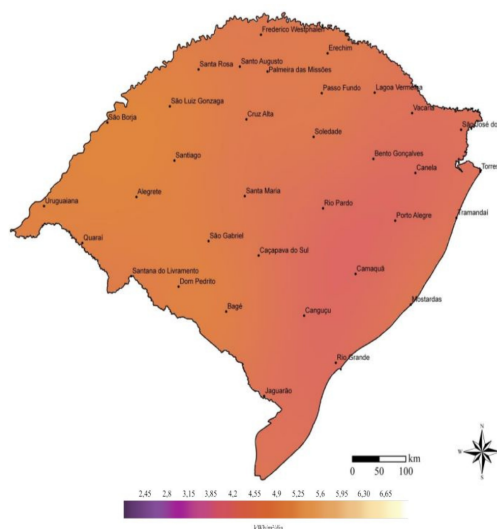


Fig. 3. Mapa de Calor referente ao Rio Grande do Sul

De tal modo, propõe-se desenvolver novos estudos e atualizar artigos científicos sobre recursos disponíveis na Metade Sul, dando ênfase a conceitos inovadores e forças disruptivas no âmbito da transição energética.

A equipe deste projeto é composta de pesquisadores qualificados, que são estimulados a desenvolver produtos inovadores, prospectar o empreendedorismo e compartilhar os resultados da pesquisa com a sociedade. A partir do envolvimento da pesquisa e desenvolvimento do produto se espera a perenidade do acesso à informação, por conseguinte, a visibilidade dos dados alimenta a cadeia interdisciplinar ensino, pesquisa, extensão, inovação e empreendedorismo.

As equipes apresentadas na seção Parcerias atuam por segmento de pesquisas aplicando procedimento metodológico para desenvolvimento desse projeto baseado em Força-Tarefa e Etapa:

- Etapa 1 - Dados consolidados de produção, consumo, dependência externa de energia, a composição setorial do consumo de energéticos e o resumo da oferta interna de energia. Cada pesquisador realizará força-tarefa alinhada ao seu seguimento de pesquisa, inclusive prospecção de tecnologias para plataforma digital.
- Etapa 2 - Consumo de Energia por Setor, consumo final de energia classificado por fonte primária e secundária, para cada setor da economia. Força-tarefa para consolidar informações obtidas e inserção em plataforma digital na forma de piloto
- Etapa 3 - Balanços energéticos dos centros de transformação, incluindo as suas perdas. Força-tarefa para validação das informações obtidas nessa etapa e nas anteriores com inclusão em plataforma digital.
- Etapa 4 - Recursos e Reservas Energéticas, contempla os dados dos recursos e reservas das fontes primárias de energia. Força-tarefa para estruturação das informações.
- Etapa 5 - Dados de produção das principais fontes de energia, o consumo residencial de eletricidade, instalações energéticas e reservas, potencial hidráulico, solar, eólico, carvão mineral, bioenergia, outros. Força-tarefa para organização dos dados em estrutura adequada às aplicações previstas.
- Etapa 6 - Apresentação de informações e dados:
  - (a) capacidade instalada de geração elétrica;
  - (b) Autoprodução de Eletricidade;
  - (c) indicadores energéticos de produção, importação, exportação e consumo, por área energética;
  - (d) análises energéticas com base na energia útil;
  - (e) outros. Força-tarefa para disponibilização dos dados na forma web e divulgação.

### III. RESULTADOS

#### A. Resultados Esperados

- Impulsionar a procura dos estudantes pelos cursos de Engenharia do Campus Bagé, usando como métrica os índices de inscritos nos processos seletivos;
- Oportunizar a vivência acadêmica com impacto regional, aplicando indicadores quantitativos e qualitativos referente a publicações;
- Aculturação da pesquisa científica, medido por meio da quantidade de integrantes engajados no projeto;
- Relacionar a transição energética ao desenvolvimento regional, medindo a quantidade de stakeholders envolvidos no projeto;
- Tornar acessível as informações sobre Recursos Energéticos disponíveis por área geoenergética, monitorando o volume de acessos às plataformas.

#### B. Resultados Parciais

Afim de entender a variedade de fontes de informação utilizadas no estudo e poder fornecer insights sobre a abordagem metodológica e o escopo da pesquisa realizada, realizamos uma categorização das referências bibliográficas utilizadas

separando em Pesquisa Bibliográfica, Pesquisa Documental, Pesquisa Quantitativa e Pesquisa Qualitativa a partir de palavras-chave onde:

- A pesquisa bibliográfica é um método que se baseia no estudo e análise de obras já publicadas, como livros, artigos científicos, teses, dissertações, relatórios e outros materiais escritos;
- A pesquisa documental também se baseia na análise de documentos, mas difere da pesquisa bibliográfica por abranger uma variedade mais ampla de fontes documentais, como relatórios governamentais, cartas, diários, fotografias, jornais, entre outros;
- A pesquisa qualitativa é um método que busca compreender e interpretar fenômenos sociais complexos. Ela se concentra na obtenção de dados descritivos e detalhados, geralmente por meio de entrevistas, observação participante, análise de documentos e estudos de caso;
- A pesquisa quantitativa é um método que busca quantificar, medir e analisar dados de forma objetiva. Ela se baseia na coleta de dados numéricos e utiliza técnicas estatísticas para analisar e interpretar os resultados.

O gráfico mostrado na figura 4 mostra a distribuição das referências bibliográficas em uma pesquisa. A maior parte das fontes utilizadas é proveniente de Pesquisa Documental (49,15%), seguida por Pesquisa Quantitativa (25,42%) e Pesquisa Bibliográfica (13,56%). Apenas 3,33% das referências são de Pesquisa Qualitativa, o restante não se enquadra em métodos específicos de pesquisa. As razões para essa distribuição podem ser diversas, como disponibilidade de fontes, natureza da área de estudo, objetivos da pesquisa e limitações do estudo. Cada pesquisa possui suas particularidades, influenciando na escolha dos métodos e fontes utilizadas.

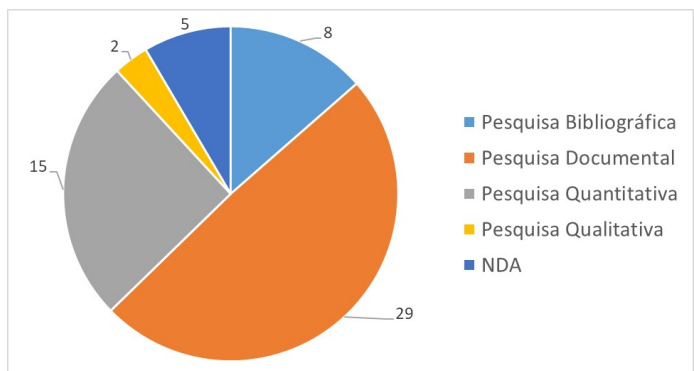


Fig. 4. Gráfico referente à pesquisa bibliométrica

A plataforma interativa que o projeto propõe deverá englobar uma série de dados que compõem a matriz eletroenergética da metade Sul Rio-Grandense, evidenciando estatísticas de consumo e geração de energia elétrica, dentre elas, o aproveitamento energético por fonte, consumo por setor e relação de geração de energia por recurso energético disponibilizado. Pode ser levado como exemplo o aumento de pedidos de

Para que haja a convergência de informações, será necessário converter todas as grandezas numa mesma base, visto que há dados energéticos em diversas unidades de medida nas bibliografias consultadas. Outro problema encontrado é a inexistência de dados de regiões ou descontinuidade temporal: algumas grandezas possuem dados desatualizados, de mais de dez anos. Arelado à esta imprecisão, também foi relatada a inconsistência entre geradores outorgados e existentes, o que pode tornar-se um ponto a ser discutido durante a execução da plataforma.

Como pode ser visto nos painéis de licenciamentos da SEMA [11], durante os últimos cinco anos vem sendo crescente a procura por licenciamento para a construção de parques eólicos na região da metade sul do Rio Grande do Sul, e ainda se destaca a procura por empreendimentos na costa da região, destacando-se a futura importância da energia eólica offshore para o potencial energético do pampa.

Para que seja possível a disponibilização e divulgação desses dados filtrados e reunidos, a equipe está finalizando o procedimento de registro de programa de computador, visando também a busca por antecedência para a análise de potencial de registro de patente. Para tanto, outro resultado até a etapa atual é a necessidade de divulgação da iniciativa abordada para que seja obtida maior contribuição de dados necessários.

#### IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto BEMSPAMPA emprega metodologias de pesquisa para a confecção de uma plataforma interativa que elucidará o balanço energético, isto é, recurso energético e consumo, da metade sul do Rio Grande do Sul. Dentre os desafios para a conclusão desse projeto encontra-se a ausência de dados pertinentes para o banco de dados, como exemplo, informações sobre capacidade instalada de geradores de energia elétrica e o respectivo consumo em concessionárias. Cita-se também a ausência de dados de cogeração de energia elétrica, que é de suma importância para o aproveitamento energético tangente à maximização da eficiência. Outro desafio é a imprecisão de informações provocada pela diferenciação de estações anemométricas e os respectivos tratamentos de dados; em virtude desse fato, a equipe executora do projeto deverá filtrar e cruzar informações e avaliar o grau de veracidade da grandeza disponível. Passando a fase de filtragem e validação de dados, o projeto BEMSPAMPA incluirá em sua base própria de dados os resultados obtidos, para o incremento e enriquecimento da plataforma.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Pampa, pelo suporte técnico e físico, pois sem o amparo da Fundação, o projeto não poderia ter surgido. Agradecemos ao Grupo de Estudos Avançados em Engenharia de Energia pela afiliação e equipe executora. Agradecemos a todo o corpo docente filiado ao projeto e por todas as diretrizes. Agradecemos à FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul) e ao Programa Institucional de Bolsas

de Iniciação Científica (PIBID-AF) CNPQ/UNIPAMPA pelo auxílio prestado com as bolsas para pesquisa.

#### REFERENCES

- [1] Câmara dos Deputados. Anteprojeto de Lei Nº 2, de 2019: Código Brasileiro de Energia Elétrica, 2019. 208 pg. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br>.
- [2] TILLMANN, E. A., MENEZES, E. R. e FERNANDEZ, R. N. Análise das diferenças regionais do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Espacios*. V: 38. 9 pg. 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n32/a17v38n32p01.pdf>
- [3] UERGS. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Atlas Solar do Rio Grande do Sul. 2018. Disponível em: <https://atlassolarrrs.com/>.
- [4] SEMA. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul. Portaria SEMA Nº 21. 2020
- [5] EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Usinas híbridas no Sistema Interligado Nacional. 46 pg. 2019. <http://bit.ly/usinashibridas>
- [6] ONS. Operador Nacional do Sistema. SINDAT - Sistema de Informações Geográficas Cadastrais do SIN. 2022. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/mapas>.
- [7] ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. SIGA - Sistema de Informações de Geração da ANEEL. 2020. <http://www.aneel.gov.br/siga>.
- [8] ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. SIGEL - Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico. 2017. <https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html>
- [9] AZZOLIN, H. N. Mapeamento e priorização de fontes de geração distribuída como suporte ao novo planejamento da distribuição. 2015. 129 f. Dissertação (Mestrado) - UFSM.
- [10] GARCIA, E. D. A geração distribuída no contexto das cooperativas de infraestrutura do setor elétrico brasileiro: avaliação das estratégias cooperativistas no ambiente regulado. 2015. 49 f. Dissertação (Especialização) - UNIVATES.
- [11] SEMA. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Painel de acompanhamento de licenças emitidas - Geração de Energia Eólica. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/painel-do-licenciamento>