

Transição Energética em Sistemas Isolados (TE Sisol)

Revisão Bibliográfica dos Sistemas Isolados -
Produto 6

Como empresa federal de utilidade pública, a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH apoia o Governo Federal da Alemanha em seus objetivos na área de cooperação internacional.

Publicado por

Projeto Sistemas de Energia do Futuro

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Sede social Bonn e Eschborn, Alemanha SCN Quadra 1 Bloco C Sala 1501, 15 andar, Ed. Brasília Trade Center. CEP 70711-902, Brasília-DF, Brasil Telefone: (61) 2101-2170 www.giz.de/brasil	Ministério de Minas e Energia Esplanada dos Ministérios, Bloco U Brasília/DF CEP: 70065-900 Telefone: (61) 2032-5555 www.gov.br/mme
--	--

Coordenação

Gustavo Pires da Ponte – EPE

Roberto Castro – GIZ

Leticia Maciel – GIZ

Autores:

Daniel Odilio dos Santos – Consultor Técnico / IESS/IDEAL/ FV UFSC

Silvia Vitorino Pereira – Consultora de Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Revisão

Ricardo Ruther – IESS/IDEAL/FUV UFSC

Lucas Nascimento – IESS/IDEAL/FUV UFSC

Comitê Técnico – Empresa de Pesquisa Energética (EPE)

Gustavo Pires da Ponte

Guilherme Mazolli Fialho

Aline Couto de Amorim

Michele Almeida de Souza

Paula Monteiro Pereira

Diagramação

GIZ BRASIL

Fotografias

Antônio Pereira/Semcom Manaus

O projeto Sistemas de Energia do Futuro integra a Cooperação Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável e é implementado pela Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH e pelo Ministério de Minas e Energia com recursos do Ministério Federal da Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ) da Alemanha.

Brasília, outubro de 2023.

SUMÁRIO

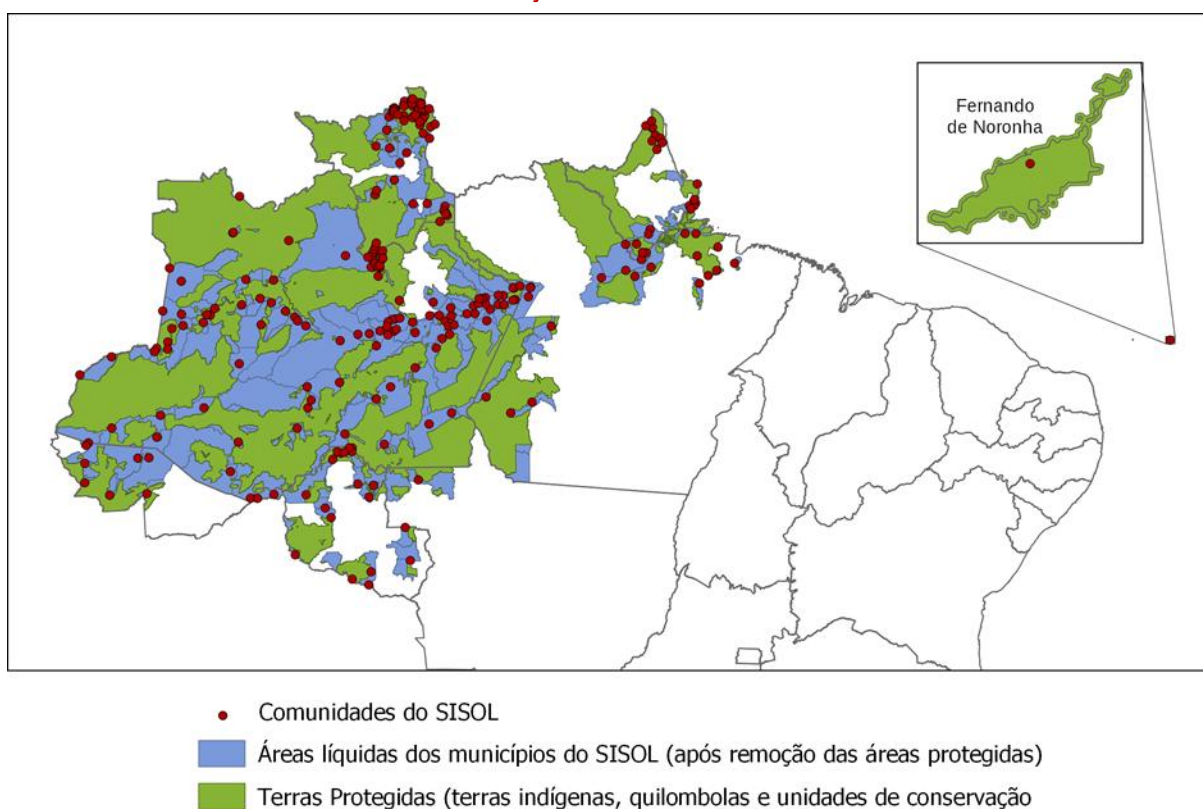
SUMÁRIO.....	3
OBJETIVO.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 Contexto.....	7
2.2 Usinas em funcionamento no brasil	9
2.2.1 OIAPOQUE-AP	9
2.2.2 ITACOATIARA-AM	11
2.2.3 SÃO JOÃO DA BALIZA-RR	12
2.2.4 HÍBRIDO FORTE SÃO JOAQUIM-RR.....	13
2.2.5 BONFIM-RR.....	14
2.2.6 FERNANDO DE NORONHA	15
3. INVENTÁRIO GEOESPACIAL	17
3.1 Ambiente	18
3.2 Economia.....	19
3.3 Energia	19
3.4 Extração	22
3.5 Hidrologia.....	22
3.6 Limite	22
3.7 Localidade	24
3.8 População.....	24
3.9 Transporte.....	24
4. UTILIZAÇÃO DOS DADOS LEVANTADOS	26
5. COMO LER O INVENTÁRIO	27
REFERÊNCIAS	29
APÊNDICE I	32

OBJETIVO

O Produto 6 (P6) tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica, identificando os estudos já realizados sobre o potencial de uso de diferentes recursos energéticos renováveis nos sistemas isolados brasileiros.

Adicionalmente, o presente relatório objetiva apresentar o levantamento das bases de dados georreferenciadas públicas e atualizadas, nomeado Inventário Geoespacial, contendo informações relevantes à caracterização do contexto ambiental onde estão inseridas as comunidades do Sistema Isolado (SISOL) de interesse do projeto Sistemas de Energia do Futuro III. Essas informações irão qualificar cada uma das 251 comunidades do SISOL, localizadas na Amazônia Legal e em Fernando de Noronha (Pernambuco), identificadas na **FIGURA 1**, quanto a sua acessibilidade espacial, restrições legais no uso das áreas de entorno, infraestrutura existente, entre outros atributos, permitindo evidenciar suas potencialidades para implantação de sistemas de transição que utilizem fontes de energia renováveis.

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DAS COMUNIDADES DO SISOL

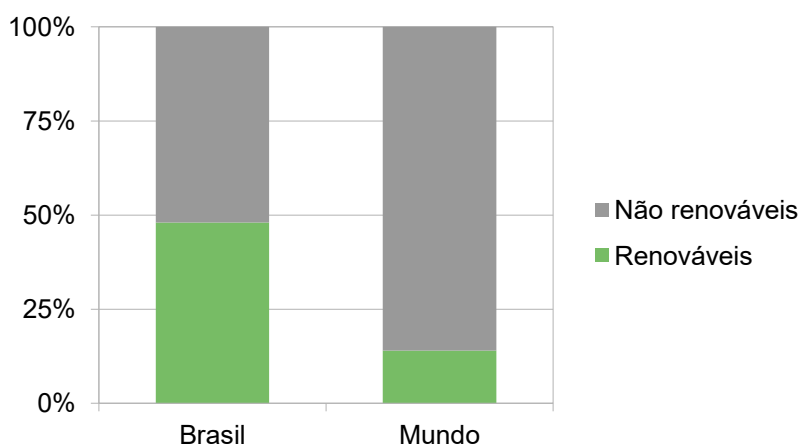


Por fim, este produto faz o cadastramento do inventário geoespacial que se encontra em uma base de dados no **ANEXO I**.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, um país de dimensões continentais, tem uma posição muito favorável quando analisada de sua matriz energética. Comparando as matrizes energéticas brasileira e mundial, é possível observar a maior utilização de fontes renováveis no Brasil, conforme apresentado na **FIGURA 2**.

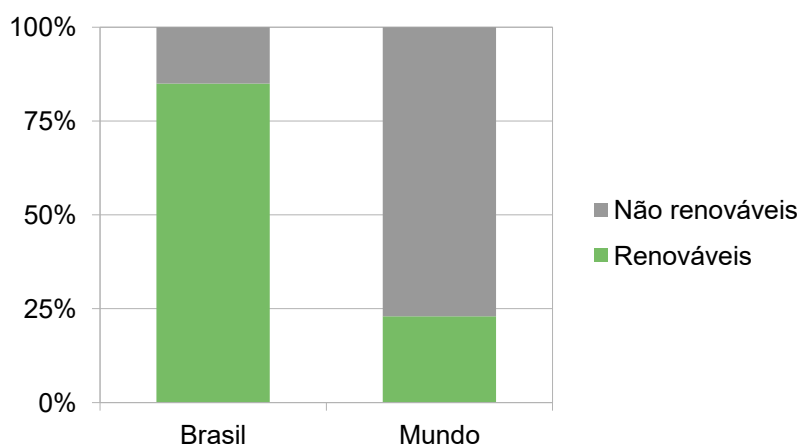
FIGURA 2 - MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA COMPARADA À MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL



Fonte: BEN 2021.

Quando comparamos as matrizes elétricas brasileira e mundial, a diferença torna-se ainda mais evidente, com a participação das renováveis em aproximadamente 85% da matriz elétrica do Brasil, o que pode ser observado na **FIGURA 3**.

FIGURA 3 - MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA COMPARADA À MATRIZ ELÉTRICA MUNDIAL.



Fonte: BEN 2021.

No entanto, mesmo sendo a matriz elétrica brasileira alimentada em sua maioria por renováveis, o sistema elétrico nacional não está totalmente integrado, restando 251 comunidades isoladas, o que torna o fornecimento de energia elétrica nessas comunidades bastante difícil. A maior parte delas está na região Norte, nos estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Amapá e Pará. A ilha de Fernando de Noronha (PE) e algumas localidades de Mato Grosso também fazem parte. Boa Vista (RR) é a única capital que ainda é atendida por um sistema isolado. Embora o consumo nessas comunidades seja baixo, representando menos de 1% da carga total do país, sua demanda por energia é suprida, principalmente, por usinas térmicas a óleo diesel, segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

A descarbonização do SISOL tornou-se, assim, uma ação importante e a caracterização de cada uma das comunidades se faz necessária para embasar as tomadas de decisão nos planos de interligação completa do sistema elétrico nacional – SIN.

O retrato de cada comunidade do SISOL está sendo construído com base no inventário geoespacial sistemático realizado junto a instituições acreditadas contendo um conjunto de aproximadamente 200 bases de dados georreferenciadas. O cruzamento das informações fornecidas pelo inventário permite a criação de novas bases de dados georreferenciados, devidamente atualizados, bases essas com atributos específicos das localidades de interesse.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONTEXTO

O governo brasileiro tomou iniciativas como o Programa Luz para Todos e o Programa Mais Luz para a Amazônia para fomentar a eletrificação rural no Brasil. O programa Mais Luz para a Amazônia (Decreto Nº 10.221/05/02/2020), é um programa que tem como objetivo fornecer o atendimento de energia para a população brasileira residente na região amazônica.

Além disso, para essas regiões, há a necessidade da parceria público privada para garantir a viabilidade econômica desses programas (GÓMEZ; SILVEIRA, 2010, 2015; VAN ELS; DE SOUZA VIANNA; BRASIL, 2012). Entretanto, essas iniciativas fomentariam não apenas o desenvolvimento da região, como também a implementação de fontes renováveis. Portanto, a adição das comunidades dos sistemas isolados (SISOL) em programas governamentais como o Luz para Todos ajudaria a diminuir o custo nivelado de energia, desde que usada a melhor combinação de sistema híbrido (GÓMEZ; TÉLLEZ; SILVEIRA, 2015; MISHRA et al., 2022; RAJBONGSHI; BORGOHAIN; MAHAPATRA, 2017; SÁNCHEZ; TORRES; KALID, 2015).

As iniciativas para a integração de geração renovável e intermitente nos sistemas isolados necessitam de uma análise a respeito da forma de integração dessas fontes nos sistemas a diesel, avaliando um sistema de controle e analisando também a complementariedades entre as fontes (ANTUNES CAMPOS; RAFAEL DO NASCIMENTO; RÜTHER, 2020; OU; HONG, 2014; SULAEMAN et al., 2021).

A região amazônica sofre com uma dificuldade de obtenção de dados meteorológicos. Portanto, há dificuldades em análises com baixa escala temporal, assim as simulações para os sistemas isolados costumam observar primeiramente as viabilidades financeiras e só depois é analisado a viabilidade técnica (BIGDELI, 2015; BORTOLINI et al., 2015; DE FREITAS MOSCARDINI JÚNIOR; RÜTHER, 2020; MA; YANG; LU, 2014; MAZZONE, 2020; REZK; DOUSOKY, 2016)

O planejamento energético na Amazônia brasileira enfrenta dois grandes desafios. Um é o de ajudar a população fora da rede a melhorar uma situação de desconforto, de riscos ambientais e de elevados custos de iluminação. Outro é o de cortar os subsídios aos combustíveis nas redes de abastecimento local fornecidas pelos geradores a diesel. Portanto, os atores na produção de energia são motivados a considerar a energia solar e outras fontes de

energia renovável. Um programa com o âmbito descrito deveria dar à indústria fotovoltaica brasileira um impulso relevante e lançar uma transição para um fornecimento de energia sustentável para a região (MAZZONE, 2019; SCHMID; HOFFMANN, 2004).

Avaliando os cenários reais para a gestão de uma minirrede híbrida instalada na região amazônica no Brasil, observou-se que a minirrede foi capaz de gerir a oferta e procura de energia, alterar a curva de produção, reduzir o consumo de combustíveis fósseis e os custos de energia, para além de proporcionar flexibilidade e segurança operacional ao funcionamento elétrico. Portanto, o sistema cumpre os requisitos técnicos, para além de trazer benefícios financeiros e ecológicos. Projetos-piloto de centrais elétricas híbridas, combinando motores diesel e tecnologias renováveis, seriam a política mais eficaz para a inserção de minirredes híbridas na Amazônia (MAZZONE, 2019; SCHMID; HOFFMANN, 2004).

Além disso, Da Ponte *et. al* (2021) apresentam uma das principais avaliações das fontes renováveis, as suas possibilidades, as suas desvantagens e algumas localidades que já existem sistemas na Amazonia, conforme apresentado na **TABELA 1**.

TABELA 1 - POTENCIAL RENOVÁVEL NA REGIÃO AMAZÔNICA

Fonte	Oportunidades	Barreiras	Exemplos em sistemas isolados
Hidrelétrica	• Rios com auto volume de água ou com quedas expressivas	• Rios planos no Norte • Rios com baixa velocidade • Sensibilidade ambiental na região amazônica • Áreas de conservação indígenas	• Jatapú – RR: 10MW • São Gabriel da Cachoeira – AM: 4,8MW • Salto Cafesoca – AM: 7,5MW
Eólica	• Potencial de boas velocidades de vento no norte de Roraima e na costa do Amapá	• Potencial Limitado na região norte • O maior potencial em Roraima é numa terra indígena • A demanda na costa do estado do Amapá é baixa • Geração não controlável	-
Solar fotovoltaica	• Boa irradiação na região e homogeneidade • Redução de preço ao longo dos anos	• Geração não controlável	• Fernando de Noronha: 1MWp • Oiapoque 4,3MWp
Híbrido	• Permite o uso de fontes não controláveis, sem comprometer o fornecimento de energia elétrica • Grande redução de custos nos últimos anos (PV e baterias) • Reduz o consumo de diesel	• Requer coordenação da geração combinada para acompanhamento de carga • Sistema mais complexo: requer mão de obra especializada	• Fernando de Noronha • Oiapoque
Biomassa	• Impactos positivos (emissões de carbono evitadas) • Empresa dedicada à produção de biodiesel a partir de palma no Norte • 2,5 GW (ou 17,5 TWh/ano) potencial de madeira residual	• Restrito a áreas degradadas • Potencial para induzir o desmatamento na região amazônica • O uso de pellets ou cavacos de madeira depende da extração legal de madeira	• Usina Itacoatiara (9MW): biomassa residual da extração legal de madeira • Usinas de biodiesel (mistura parcial): 4 no Acre, 10 em Rondônia e 32 no Amazonas • Biomassa de Acacia mangium: 265km2 disponível no estado de Roraima

Fonte: Adaptado de (DA PONTE; CALILI; SOUZA, 2021)

2.2 USINAS EM FUNCIONAMENTO NO BRASIL

2.2.1 OIAPOQUE-AP

Atualmente, a cidade de Oiapoque, localizada no estado do Amapá, é abastecida por uma central híbrida que contempla geração de fonte fóssil, solar fotovoltaica e uma usina hídrica (em construção). As características desse empreendimento estão apresentadas na

TABELA 2.

TABELA 2 – INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO OIAPOQUE-AP.

EMPREENDIMENTO	UTE COEN	UTE	UFV	PCH
FASE	Em operação	Desativada	Em operação	Em construção
ENTRADA EM OPERAÇÃO	26/11/2015	01/09/1998	26/10/2017	Previsto para 2024
PROPRIETÁRIO/REGIME DE EXPLORAÇÃO	100% para Oiapoque Energia AS (PIE)	100% para Companhia de Eletricidade do Amapá (SP)	100% para a Oiapoque II Energia SPE S.A.	-
ORIGEM/INSUMO	Fóssil	Fóssil	Solar	Hídrica
POTÊNCIA ORTOGRADA/POTÊNCIA FISCALIZADA (KW)	12510/12830	8250/8250	4039/4039	Previsto 7500

Fonte: Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA)

O consórcio solicitou junto à ANEEL a instalação de uma usina FV com 4,3 MWp, para suprir as necessidades energéticas e diminuir o consumo de diesel, até a entrega da PCH¹ (**FIGURA 4**).

FIGURA 4 - USINA SOLAR EM OIAPOQUE.2



O projeto da PCH Salto Cafesoca foi desenvolvido pela Sociedade Amapaense de Produção de Energia Elétrica Ltda. (SAPEEL), é de responsabilidade do Consórcio Oiapoque e está em construção e em processo para obtenção da licença de operação (**FIGURA 5**).

¹ Empresa de Pesquisa Energética (EPE) - Estudo de Alternativas para Suprimento de Energia Elétrica ao Oiapoque pelo Sistema Interligado Nacional, 2018.

² Voltalia – Acesso em: <https://www.voltalia.com/pt-pt/case-study/oiapoque/>

FIGURA 5 - CONSTRUÇÃO PCH SALTO CAFESOCA.³



A usina estará localizada a 6 km da cidade de Oiapoque, com cerca de 21 mil habitantes⁴, situada na fronteira do Brasil com a Guiana Francesa. O empreendimento consiste em uma instalação hidrelétrica de potência de 7,5 MW localizada no rio Oiapoque, incluindo três turbinas de 2,5 MW. A geração de energia elétrica será utilizada para suprir a minirrede de Oiapoque. Com a entrada em operação da usina prevista para o primeiro semestre de 2024, as fontes renováveis responderão por mais de 90% do consumo de energia elétrica.

O objetivo deste projeto é deslocar a produção de energia de uma usina termelétrica fóssil para a usina hidrelétrica e contribuir para o desenvolvimento social e econômico da área, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável, pois melhora as condições de trabalho e aumentará as oportunidades de trabalho. Também contribui para uma melhoria econômica local com maiores possibilidades para a população local de lançar uma atividade em sua área⁵.

Por fim, o projeto aumentará o número de casas rurais que serão atendidas pela rede elétrica utilizando fonte de energia renovável e de baixo carbono.

³ Voltalia – Acesso em: <https://www.voltalia.com/pt-pt/case-study/oiapoque/>

⁴ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo 2010.

⁵ Clean Development Mechanism Project Design Document Form - CDM-SSC-PDD - Version 03/2006.

2.2.2 ITACOATIARA-AM

O projeto da Usina de Itacoatiara-AM é de responsabilidade da BK Energia, sendo operada pela mesma. Está localizada na região norte do Brasil, no município de Itacoatiara, no estado do Amazonas. A cidade está localizada nas margens do rio Amazonas, 240 km a leste de Manaus.

O projeto gera eletricidade com uma usina termoeétrica usando resíduos de madeira de uma floresta FSC⁶ certificada e uma empresa de processamento de madeira, localizada na cidade de Itacoatiara. A usina substitui diversos geradores a diesel e abastece a rede local da cidade de Itacoatiara (cerca de 86 mil habitantes⁷) em uma região que é abastecida por eletricidade 100% movidas por geradores à diesel.

A Usina de Itacoatiara (**FIGURA 6**) é movida por biomassa, utilizando-a para produzir vapor e gerar eletricidade em um ciclo Rankine, que consiste em uma máquina de calor com um ciclo de energia à vapor. A planta possui uma caldeira de alta pressão e temperatura (42 bar - 420°C), e uma turbina de múltiplos estágios de vapor de condensação acoplada a um gerador de 9 MW⁸.

FIGURA 6 - USINA DA BK ENERGIA EM ITACOATIARA GERANDO ENERGIA RENOVÁVEL COM BIOMASSA



O projeto substitui geradores à diesel e representa em torno de 70% da demanda energética da cidade de Itacoatiara, e suas principais informações estão na **TABELA 3**.

⁶ O Forest Stewardship Council (FSC) é uma organização sem fins lucrativos, fundada em 1993 para apoiar a gestão das florestas do mundo de uma maneira ecologicamente correta, socialmente benéfica e economicamente viável.

⁷ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo 2010.

⁸ Project design document form for small-scale CDM project activities - CDM-SSC-PDD-FORM versão 08/2017.

TABELA 3 - INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO ITACOATIARA-AM.⁹

EMPREENDIMENTO	ITACOATIARA-AM
FASE	Em operação
ENTRADA EM OPERAÇÃO	30/10/2002
PROPRIETÁRIO/REGIME DE EXPLORAÇÃO	100% para a BK Energia Itacoatiara (PIE)
ORIGEM/INSUMO	Biomassa
POTÊNCIA ORTOGADA/FISCALIZADA (kW)	9000/9000

O objetivo geral do empreendimento é ajudar a atender à crescente demanda de energia do país e melhorar o fornecimento de energia elétrica, contribuindo para a sustentabilidade ambiental, social e econômica, aumentando a participação das energias renováveis no consumo total de eletricidade no Brasil.

A usina, que forneceu cerca de 48.980 MWh de energia para o sistema da cidade de Itacoatiara em 2020, foi objeto de estudo de um projeto de MDL. Neste projeto, que foi registrado na UNFCCC em 2006 e ainda está em vigor, estima-se que a emissão de cerca de 40.776 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq) tenham sido evitadas em 2020, dos quais 38.057 tCO₂eq foram provenientes apenas da geração de eletricidade.

2.2.3 SÃO JOÃO DA BALIZA-RR

Frente a demanda de energia dos municípios do estado Roraima, com aproximadamente 6 mil habitantes¹⁰, a Brasil Biofuels (BBF) possui uma UTE de 16 MW de potência instalada em São João da Baliza e movida à biomassa e óleo vegetal.

O objetivo do empreendimento é a produção de eletricidade a partir de biomassa e óleo vegetal produzidos na região norte do país. Tais fontes de geração de energia elétrica são renováveis e sustentáveis e assim, caracterizando-se como alternativas para a substituição de geradores movidos somente a diesel, acarretando na geração de empregos e renda na região. Dentre as biomassas disponíveis na região destaca-se Palma de Óleo (Dendzeiro) e o Capim Elefante, que fazem parte da matéria prima deste empreendimento¹¹. A **TABELA 4** apresenta as principais informações sobre o empreendimento.

O projeto da UTE BBF Baliza cria uma cadeia produtiva inteiramente sustentável, que abrangerá um contexto bem mais amplo que a simples geração de energia elétrica, exercendo papel fundamental no desenvolvimento da região. Isso porque a BBF inseriu um

⁹ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo 2010.

¹⁰ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo 2010.

¹¹ BBF – Acesso em: <https://www.brasilbiofuels.com.br/roraima/>

processo verticalizado na localidade a partir do cultivo e beneficiamento de palma de óleo e capim elefante, e da utilização de suas respectivas biomassas e do óleo de palma para geração de energia na usina.

TABELA 4 – INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO SÃO JOÃO DA BALIZA-RR. ¹²

EMPREENDIMENTO	BBF BALIZA
FASE	Em construção
ENTRADA EM OPERAÇÃO	Previsão para janeiro/2023
PROPRIETÁRIO/REGIME DE EXPLORAÇÃO	100% para Brasil Bio Fuels S.A. (PIE)
ORIGEM/INSUMO	Biomassa/Biocombustível
POTÊNCIA ORTOGRADA/ POTÊNCIA FISCALIZADA (kW)	17616/0

A UTE BBF Baliza está implantada em terreno próprio da BBF, localizado no município de São João da Baliza, estado de Roraima, em uma área de aproximadamente 18.500 m² e tem uma capacidade instalada de 17,616 MW¹³.

A usina é composta por 3 grupos geradores com potência nominal, um de 12,25 MW e dois de 4,885 MW, totalizando uma usina com 22,02 MW de potência instalada. Porém, considerando a disponibilidade de potência a usina chega a um montante de total de 17,616 MW.

2.2.4 HÍBRIDO FORTE SÃO JOAQUIM-RR

A Usina híbrida de Forte São Joaquim, em Roraima, faz parte do conjunto de empreendimentos da BBF e contempla uma usina de biocombustível. Mais informações sobre o empreendimento podem ser visualizadas na **TABELA 5**.

TABELA 5 – INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO SÃO FORTE SÃO JOAQUIM-RR. ¹⁴

EMPREENDIMENTO	BBF FORTE SÃO JOAQUIM
FASE	Em construção
ENTRADA EM OPERAÇÃO	Previsão para novembro/2023
PROPRIETÁRIO/REGIME DE EXPLORAÇÃO	100% para Brasil Bio Fuels S.A. (PIE)
ORIGEM/INSUMO	Biocombustível/Solar/Bateria
POTÊNCIA ORTOGRADA/ POTÊNCIA FISCALIZADA (kW)	56952/27000/10800 Biocombustível/Solar/Bateria

A usina termelétrica terá capacidade instalada de 56,952 MW e será movida à óleo vegetal bruto. Além disso, por ser movida a um combustível renovável, acarreta um número importante de impactos positivos ligados à produção, comercialização e outros aspectos inerentes a esta matéria prima renovável¹⁵. Essa usina está instalada na região metropolitana de Boa Vista e deve diminuir a emissão de gases de efeito estufa na região.

¹² Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA) – Acesso em 31/05/2021.

¹³ Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) - UTE – BBF Baliza.

¹⁴ Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA) – Acesso em 31/05/2021.

¹⁵ Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) - UTE – Híbrido Forte de São Joaquim.

O empreendimento contemplará uma térmica a biocombustível e painéis solares junto a um sistema de armazenamento, a partir de investimentos de R\$ 336 milhões. As obras estão previstas para terminarem em 2023 e o preço referência para o ativo é de R\$ 825,00/MWh.

2.2.5 BONFIM-RR

O empreendimento Bonfim, está localizado no município de Cantá-RR, cuja população é de aproximadamente 13 mil habitantes¹⁶. Desses, 85% vivem na Zona Rural, configuração que lhe coloca entre os 5 municípios do estado com maior concentração de população no campo.

A REA autorizou a Uniagro a explorar/implantar a Central Geradora Termelétrica UTE Bonfim sob o regime de Produção Independente (PIE), com potência líquida de 8.500 kW e instalada de 10.000 kW. Com essa potência, a usina produzirá energia para a rede pública a partir da queima de biomassa vegetal¹⁷. As principais informações sobre a usina podem ser visualizadas na **TABELA 6**.

TABELA 6 – INFORMAÇÕES SOBRE O EMPREENDIMENTO BONFIM-RR. 18

EMPREENDIMENTO	BONFIM
FASE	Em construção
ENTRADA EM OPERAÇÃO	Abril/2022
PROPRIETÁRIO/REGIME DE EXPLORAÇÃO	100% para Bonfim Geração e Comércio de Energia SPE S/A
ORIGEM/INSUMO	Biomassa
POTÊNCIA ORTOGRADA/ POTÊNCIA FISCALIZADA (kW)	10000/0

Segundo a direção da empresa, deve ser investido mais de R\$ 1 bilhão na construção do maior complexo industrial de biocombustível da região Norte. A expectativa para produção é de 600 mil litros de etanol de milho por dia. Na segunda etapa, essa produção será dobrada e o biocombustível poderá chegar aos consumidores roraimenses com preço competitivo em relação à gasolina. Além disso, os cinco produtos extraídos do milho: etanol, gás dióxido de carbono (CO₂) alimentício engarrafado, bio-óleo comestível e o excedente empregado na geração de energia, a usina vai produzir o farelo de milho.

O objetivo do empreendimento é aumentar a diversificação de suprimento de fontes energéticas no Estado de Roraima, atendendo à evolução do número de consumidores de

¹⁶ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo 2010.

¹⁷ RIMA - Relatório de Impacto Ambiental - Usina Termoelétrica (UTE) Bonfim.

¹⁸ Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA) – Acesso em 31/05/2021.

energia, além de estimular a geração de energia elétrica de forma competitiva e rentável, favorecendo o desenvolvimento tecnológico do setor energético.

2.2.6 FERNANDO DE NORONHA

De acordo com os dados da Companhia Energética de Pernambuco (Celpe), divulgado pela Base de Dados do Estado de Pernambuco – BDE, Fernando de Noronha teve em 2021 um consumo total de energia elétrica de 22.572 MWh. A matriz elétrica atual é composta pela Usina Termelétrica Tubarão, Usina Solar Noronha I e Usina Solar Noronha II.

A usina Termelétrica Tubarão é composta por cinco geradores a óleo (quatro em operação e quatro em reserva fria, com capacidade instalada de 4,98 MW + 2,29 MW), a Usina Termelétrica Tubarão é a principal alimentadora da rede, com participação de quase 90% da geração elétrica na ilha.

Dados fornecidos pela Neoenergia (2022) mostram que em 2021, a UTE Tubarão consumiu 6,6 milhões litros de óleo diesel para o atendimento da ilha, com uma demanda máxima de 4,41 MW.

A Usina Solar Noronha I, foi usada para complementar o sistema, em 2014, foi instalada próxima ao aeroporto, em uma área de 5.000 m², a primeira usina solar fotovoltaica, denominada Usina Solar Noronha I, com capacidade de geração de 402,78 kWp e 600 MWh/ano (4,2% do consumo total de energia). Sua estrutura contempla 1.644 painéis de silício policristalino, com 245 Wp cada. A energia é convertida através de 13 inversores, cada um com potência de 30 kW.

A Usina Solar Noronha II, em junho de 2015, foi inaugurada a segunda usina fotovoltaica – Usina Solar Fotovoltaica Noronha II, com potência instalada de 550,8 kWp e geração com cerca de 800 MWh/ano (5,4% do consumo total de energia). A usina contempla uma área de 8.000 m², com 1.836 módulos de silício policristalino de 300 Wp, 18 inversores fotovoltaicos e sistema supervisório. A **FIGURA 7** apresenta a usina solar em Fernando de Noronha.

FIGURA 7 – USINA SOLAR EM FERNANDO DE NORONHA



Além disso, um sistema de armazenamento foi instalado pelo Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Celpe, concessionária do Grupo Neoenergia. O conjunto de baterias de íon de lítio, com potência de 506kW e 1020kWh de energia armazenada.

3. INVENTÁRIO GEOESPACIAL

O Inventário Geoespacial é composto por uma planilha de controle com metadados e um conjunto de bases de dados georreferenciados, em sua maioria arquivos no formato shapefile (vetor), composto ou por pontos, ou linhas, ou polígonos, separadamente, mas há também dados em formato geotif (imagem). Esses arquivos devem ser abertos por um Sistema de Informações Geográficas (SIG) - *Geographic Information System (GIS)* em inglês - onde poderão ser manipulados com o objetivo de extrair as informações relacionadas à localização de cada uma das 251 comunidades do SISOL. O processamento das informações georreferenciadas de acordo com os critérios estabelecidos pela equipe multidisciplinar do projeto de Transição Energética em Sistemas Isolados (TE SISOL) evidenciará as particularidades de cada comunidade, possibilitando e fortalecendo as tomadas de decisão no processo de implantação dos sistemas de transição.

O inventário está organizado em nove grandes categorias, discriminadas na **FIGURA 8**.

FIGURA 8 - ORGANIZAÇÃO DAS BASES DE DADOS QUE COMPÕEM O INVENTÁRIO GEOESPACIAL.



Algumas bases de dados, embora pareçam ter o mesmo conteúdo, foram obtidas de instituições diferentes e apresentam informações que se complementam. As instituições de origem estão entre parênteses.

3.1 AMBIENTE

As bases de dados dessa categoria caracterizam o ambiente onde as comunidades estão inseridas. São elas:

- Elevação (ASTER e SRTM);
- Corpos d'água (ASTER);
- Precipitação média mensal por município (EMBRAPA);
- Temperatura média mensal por município (EMBRAPA);
- Áreas pantanosas e brejos (IBGE);
- Áreas de mangue (IBGE);
- Área de restinga (IBGE);
- Zonas climáticas agrupadas pela temperatura e umidade (IBGE);
- Cobertura e uso da terra (IBGE e MAPBIOMAS);
- Vegetação pioneira e pretérita em 2021 e áreas antrópicas (IBGE);
- Cavidades naturais subterrâneas (ICMBIO);
- Nebulosidade média mensal e média anual em décimos (INMET);
- Nebulosidade horária média mensal e média anual em décimos (INMET);
- Precipitação acumulada no período em mm (INMET);
- Máximo absoluto da precipitação acumulada em mm (INMET);
- Número de vezes no mês ou ano com 10 ou mais dias sem precipitação (INMET);
- Temperatura média compensada em °C (INMET);
- Temperatura máxima em °C (INMET);
- Temperatura mínima em °C (INMET);
- Número de dias no mês ou ano com temperatura maior ou igual a 25 °C (INMET);
- Número de dias no mês ou ano com temperatura maior ou igual a 35 °C (INMET);
- Número de dias no mês ou ano com temperatura menor ou igual a 10 °C (INMET);
- Intensidade do vento no mês ou no ano em m/s (INMET);
- Direção resultante do vento em graus (INMET);
- Uso e cobertura da terra relacionado ao desflorestamento (INPE/EMBRAPA);
- Dados geomorfométricos de altitude, declividade e orientação (INPE);
- Temperatura máxima e mínima (°C) e precipitação (mm) mensais em 2018 (WORLDCLIM).

3.2 ECONOMIA

Nessa categoria, buscou-se uma visão mínima da economia:

- Empresas, unidades locais e outras organizações atuantes, salários e outras remunerações e salário médio mensal (IBGE);
- Produto Interno Bruto dos municípios no ano de 2019 (IBGE).

3.3 ENERGIA

Estão incluídas nessa categoria as estimativas para energia solar e eólica que poderão ser usadas nas estimativas de produção de energia elétrica.

- Energia elétrica disponível (Mwh/ano) proveniente de biomassa (Produto 8)
- Potencial elétrico disponível (MW) proveniente de biomassa (Produto 8)
- Informações sobre Aerogeradores (ANEEL);
- Empreendimentos hidrelétricos (ANEEL);
- Centrais Geradoras Hidrelétricas (potência até 5 MW) (ANEEL);
- Linhas de transmissão dedicadas às usinas eólicas (ANEEL);
- Pequenas Centrais Hidrelétricas (potência 5 a 30 MW) (ANEEL);
- Área ocupada pelos empreendimentos eólicos e sua potência em MW (ANEEL);
- Usinas fotovoltaicas e sua potência em KW (ANEEL);
- Usinas eólicas e sua potência outorgada em KW (ANEEL);
- Usinas hidrelétricas (potência acima de 30 MW) (ANEEL);
- Usinas termelétricas (combustão fóssil ou biomassa) (ANEEL);
- Usinas termonucleares (energia térmica liberada em reações nucleares) (ANEEL);
- Área coberta pelas distribuidoras de energia elétrica com o número de unidades consumidoras e vigência (ANEEL);
- Distribuidoras de energia elétrica em cada município com o número de unidades consumidoras e população estimada (ANEEL);
- Linhas de transmissão de energia do Sistema Interligado Nacional em operação (EPE);
- Linhas de transmissão de energia planejadas para o Sistema Interligado Nacional (EPE);
- Localização das torres anemométricas dos parques vencedores dos leilões de compra de energia elétrica promovidos pelo Governo Federal através do

Ministério de Minas e Energia cujas medições são enviadas ao Sistema de Acompanhamento de Medições Anemométricas – AMA (EPE);

- Centrais Geradoras Hidrelétricas em operação (potência até 5 MW) (EPE);
- Empreendimentos de centrais geradoras hidrelétricas planejados considerados no PDE 2030 (potência até 5 MW) (EPE);
- Empreendimentos de geração eólica em operação (EPE);
- Empreendimentos de geração eólica planejados considerados no PDE 2030 (EPE);
- Pequenas Centrais Hidrelétricas em operação (potência 5 a 30 MW) (EPE);
- Empreendimentos de pequenas centrais hidrelétricas planejados considerados no PDE 2030 (potência 5 a 30 MW) (EPE);
- Subestações de energia elétrica em operação no Sistema Interligado Nacional (EPE);
- Subestações de energia elétrica planejadas no Sistema Interligado Nacional (EPE);
- Usinas de geração solar fotovoltaica em operação (EPE);
- Empreendimentos de geração solar fotovoltaica planejados considerados no PDE 2030 (EPE);
- Usinas de geração hidrelétrica em operação (potência acima de 30 MW) (EPE);
- Usina de geração hidrelétrica planejados considerados no PDE 2030 (potência acima de 30 MW) (EPE);
- Usinas termelétricas a biomassa em operação (EPE);
- Usinas de geração termelétrica à biomassa planejadas consideradas no PDE 2030 (EPE);
- Usina de geração termelétrica a combustível fóssil em operação (EPE);
- Usinas de geração termelétrica a combustível fóssil planejadas consideradas no PDE 2030 (EPE);
- Velocidade do vento em m/s discretizadas em direções, horários e alturas, fator k e fator c (CEPEL);
- Velocidade do vento em m/s discretizadas em direções, horários e alturas, fator k e fator c (CEPEL);
- Velocidade do vento em m/s discretizadas em direções, horários e alturas, fator k e fator c (CEPEL);

- Velocidade do vento em m/s discretizadas em direções, horários e alturas, fator k e fator c (CEPEL);
- Velocidade média do vento a 100m de altura em m/s (GWA);
- Densidade de potência do vento a 100m (GWA);
- Direção do vento a 50m de altura em linhas (visual) na região Centro Oeste (CEPEL);
- Direção do vento a 50m de altura em linhas (visual) na região Nordeste (CEPEL);
- Direção do vento a 50m de altura em linhas (visual) na região Norte (CEPEL);
- Velocidade do vento a 50m de altura na região Centro Oeste (CEPEL);
- Velocidade do vento a 50m de altura na região Nordeste (CEPEL);
- Velocidade do vento a 50m de altura na região Norte (CEPEL);
- Médias mensais e anual da irradiação difusa em Wh/m²/dia (INPE);
- Médias mensais e anual da irradiação direta normal em Wh/m²/dia (INPE);
- Médias mensais e anual da irradiação global horizontal em Wh/m²/dia (INPE);
- Médias mensais e anual da irradiação PAR em Wh/m²/dia (INPE);
- Médias mensais e anual da irradiação no plano inclinado na latitude local em Wh/m²/dia (INPE);
- Dutos de escoamento de petróleo e/ou gás natural das instalações marítimas até as unidades de tratamento / processamento em terra (EPE);
- Estações de compressão de gás natural no território brasileiro (EPE);
- Localizações aproximadas e as principais características técnicas dos dutos de distribuição de gás natural de acordo com as publicações da EPE, da ANP e de empresas que atuam no setor de gás natural (EPE);
- Localizações aproximadas e as principais características técnicas dos dutos de transporte de gás natural de acordo com as publicações da EPE, da ANP e de empresas que atuam no setor de gás natural (EPE);
- Localização dos polos de processamento de gás natural (EPE);
- Pontos de entrega de gás natural no território brasileiro (EPE);
- Terminais de recebimento e/ou movimentação de gás natural liquefeito (GNL) (EPE);
- Empreendimentos declarados de utilidade pública (ANEEL);
- Índice de satisfação dos clientes (ANEEL).

3.4 EXTRAÇÃO

- Áreas de extração mineral com suas características (IBGE);
- Pontos de extração mineral com suas características (IBGE);
- Áreas de extração mineral (IBGE);
- Pontos de extração mineral (IBGE).

3.5 HIDROLOGIA

- Massas d'água: rios, represas, reservatórios, lagos, lagoas (ANA);
- Localização dos bancos de areia nos rios (IBGE);
- Localização das barragens (IBGE);
- Localização dos canais e valas (IBGE);
- Localização das fozes marítimas dos rios (IBGE);
- Localização dos grandes rios, lagos, reservatórios e grandes corpos de água (IBGE);
- Localização de áreas sujeitas a inundação (IBGE);
- Localização dos rios (simples), riachos, córregos, açudes, igarapés etc. (IBGE).

3.6 LIMITE

Além dos limites administrativos de municípios e estados, estão aqui incluídas as localizações e delimitações de áreas com restrições legais de utilização.

- Terras indígenas (FBDS e IBGE);
- Área de proteção permanente em terras indígenas (FBDS);
- Unidades de conservação (FBDS);
- Área de proteção permanente em unidades de conservação (FBDS);
- Terras indígenas em fase de estudo (FBDS);
- Terras indígenas tradicionalmente ocupadas e homologadas (FBDS);
- Terras indígenas tradicionalmente ocupadas e não homologadas (FBDS);
- Terras indígenas classificadas como reservas (FBDS);
- Terras indígenas sob interdição (FBDS);
- Terras indígenas classificadas como domaniais (FBDS);
- Áreas embargadas por descumprimento da legislação ambiental vigente (IBAMA);

- Localização de áreas com prioridade de conservação na Amazônia (IBAMA);
- Localização de áreas com prioridade de conservação nas regiões costeiras do Amapá, Pará, Maranhão, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Decreto 5092, 21/05/2004 (IBAMA);
- Áreas de manejo florestal do Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (Sinaflor) (IBAMA);
- Áreas de floresta plantada do Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (Sinaflor) (IBAMA);
- Unidades de produção anual do Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (Sinaflor) (IBAMA);
- Áreas com solicitação de uso alternativo do solo do Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (Sinaflor) (IBAMA);
- Áreas urbanizadas em 2015, com mais de 100.000 habitantes (IBGE);
- Municípios Isolados e Arranjos Populacionais com população acima de 100 000 habitantes (IBGE);
- Áreas densamente edificadas (IBGE);
- Divisão dos municípios brasileiros não oficial em 2021 (IBGE);
- Divisa das unidades da federação (IBGE);
- Edificações públicas militares e áreas da administração militar (IBGE);
- Unidades de conservação como monumentos, áreas históricas, reservas (IBGE);
- Unidades de proteção integral (IBGE);
- Unidades de uso sustentável (IBGE);
- Área embargadas pelo ICMBIO (ICMBio);
- Área embargadas pelo ICMBIO (eletrônicos) (ICMBio);
- Unidades de Conservação federais (ICMBio);
- Áreas quilombolas (INCRA);
- Assentamentos agrários (INCRA);
- Imóveis privados certificados no Sist. Nac. de Certificação de Imóveis (SNCI) (INCRA);
- Imóveis públicos certificados no Sist. Nac. de Certificação de Imóveis (SNCI) (INCRA);
- Áreas privadas registradas no Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) (INCRA);

- Áreas públicas registradas no Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) (INCRA);
- Área protegidas (unidades de conservação e terras indígenas) (INDE/COSIPLAN);
- Localização dos sítios arqueológicos brasileiros (IPHAN);
- Dados de Ocorrências Fossilíferas (CPRM)
- Arruamentos das áreas urbanas, de extensão urbana e de aglomerados rurais dos municípios (IBGE);
- Relação de subdistritos, distritos e municípios que compõem, a cada ano, a divisão territorial brasileira oficial (IBGE);
- Rede urbana brasileira estruturada e hierarquia urbana (IBGE);
- Metrôpoles e capitais regionais e seu alcance espacial de influência (IBGE);
- Malha de Setores Censitários do censo de 2022, com setores, distritos e municípios (IBGE).

3.7 LOCALIDADE

- Comunidades do Sistemas Isolados (SISOL) – ciclo 2021 (EPE);
- Sedes das Coordenações Regionais da FUNAI (FUNAI);
- Localização das aldeias indígenas (FUNAI);
- Localização de aglomerados rurais isolados (IBGE);
- Localização das capitais dos estados e do país (IBGE);
- Localização das cidades sedes dos municípios (IBGE);
- Localização das vilas (IBGE);
- Localização de postos de fiscalização (IBGE);
- Localização de aglomerados rurais isolados (IBGE).

3.8 POPULAÇÃO

- População estimada em 2021 (IBGE).

3.9 TRANSPORTE

- Rodovias da administração estadual – SNV (DNIT e IBGE);
- Rodovias da administração federal – SNV (DNIT e IBGE);
- Pistas de pouso (IBGE);
- Trechos de dutos (IBGE);

- Trechos ferroviários (IBGE);
- Complexos portuários (IBGE);
- Sinalização para transportes (faróis, sinais luminosos etc.) (IBGE);
- Trechos hidroviários (IBGE);
- Instalações aeroportuárias (IBGE);
- Instalações ferroviárias (IBGE);
- Aeródromos civis privados (MINFRA);
- Aeródromos civis públicos (MINFRA);
- Linhas de travessia (MINFRA);
- Portos marítimos e fluviais (MINFRA);
- Locais de aportagem (MINFRA);
- Hidrovias economicamente navegadas (MINFRA);
- Aeródromos (MINFRA);
- Dutovias (MINFRA);
- Ferrovias em operação (MINFRA).

4. UTILIZAÇÃO DOS DADOS LEVANTADOS

As bases de dados obtidas no Inventário Geoespacial são a matéria prima para a criação e execução da ferramenta interativa a ser desenvolvida e disponibilizada na internet. Todas as bases aqui citadas são públicas, sendo apenas solicitado que sua fonte seja citada nos créditos dos trabalhos que as utilizem. As novas bases de dados criadas a partir do inventário seguirão o mesmo padrão, sendo públicas, com o requisito de que seja citada a fonte.

5. COMO LER O INVENTÁRIO

A planilha de controle do inventário contém os metadados das bases de dados que o compõem. Uma visão resumida da planilha pode ser vista na **FIGURA 9**.

FIGURA 9 - VISÃO RESUMIDA DA PLANILHA DE CONTROLE DO INVENTÁRIO GEOESPACIAL.

Categoria	Identificação		Atributo	Conteúdo	Qu
Classe de bases	Nome do arquivo	Descrição geral	Palavras chave	(autor, editor, distribuidor) Descrição do conteúdo (ver aba)	Representação Especial
Ambiente	ASTGTM_NC.003_ASTER_GDEM_dem_0day	ASTER Global Digital Elevation Model 1 arc second (30m)	relevô, altitude, elevação	ASTER NASA / Japan ASTER https://pdac.usgs.gov/products/astergm/003/	Raster (GeoTIFF, pixel 30m)
Ambiente	ASTWBD_NC.001_ASTWBD_dem_0day200009	ASTER Water Bodies Database Elevation (30m)	corpo d'água, corpo de água	ASTER NASA / Japan ASTER https://pdac.usgs.gov/products/astergm/003/	Raster (GeoTIFF, pixel 30m)
Ambiente	prec_muni_11	Precipitação média mensal no bioma Amazônia por município	precipitação, chuva, amazônia, bioma	EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária - EMBRAPA (Algoletto) Rua Oswaldo Cruz, nº 1.143, Bairro Centenário 58428-095 Campina Grande, Paraíba, BRA (83) 3102-4454 / (83) 3102-4367 Ziary Brandão - ziary.brandao@embrapa.br https://geoinfo.cnpa.embrapa.br/layvers/?ml=10	Vetor http://dx...
Ambiente	temperaturas_11	Temperatura média mensal no bioma Amazônia por município	temperatura, amazônia, bioma	EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária - EMBRAPA (Algoletto) Rua Oswaldo Cruz, nº 1.143, Bairro Centenário 58428-095 Campina Grande, Paraíba, BRA (83) 3102-4454 / (83) 3102-4367 Ziary Brandão - ziary.brandao@embrapa.br https://geoinfo.cnpa.embrapa.br/layvers/?ml=10	Vetor http://dx...
Ambiente	veg_brejo_pantano_a	Áreas pantanosas e brejos	Brasil 1:1.000.000 BCM, vegetação, brejo, pantano	IBGE BCIM Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) / Diretoria de Geocincias (DGC) / Coordenação de Cartografia (CCAR) https://portaldemaps.ibge.gov.br/portai.php?lge@ibge.gov.br	Vetor (1:1.000.000)
Ambiente	veg_mangue_a	Áreas de mangue	Brasil 1:1.000.000 BCM, vegetação, mangue	IBGE BCIM Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) / Diretoria de Geocincias (DGC) / Coordenação de Cartografia (CCAR) https://portaldemaps.ibge.gov.br/portai.php?lge@ibge.gov.br	Vetor (1:1.000.000)
Ambiente	veg_restinga_a	Área de restinga	Brasil 1:1.000.000 BCM, vegetação, restinga	IBGE BCIM Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) / Diretoria de Geocincias (DGC) / Coordenação de Cartografia (CCAR) https://portaldemaps.ibge.gov.br/portai.php?lge@ibge.gov.br	Vetor (1:1.000.000)
		O Mapa do Clima em escala			

▶ ◀ +

METADADOS

AESA

ANA

ANEEL

ASTER

CEPEL

COSIPLAN

CRESEB

DNIT

EMBRAPA

EPE

EPE GNL

FBDS

FUNAI

GWA

IBAMA

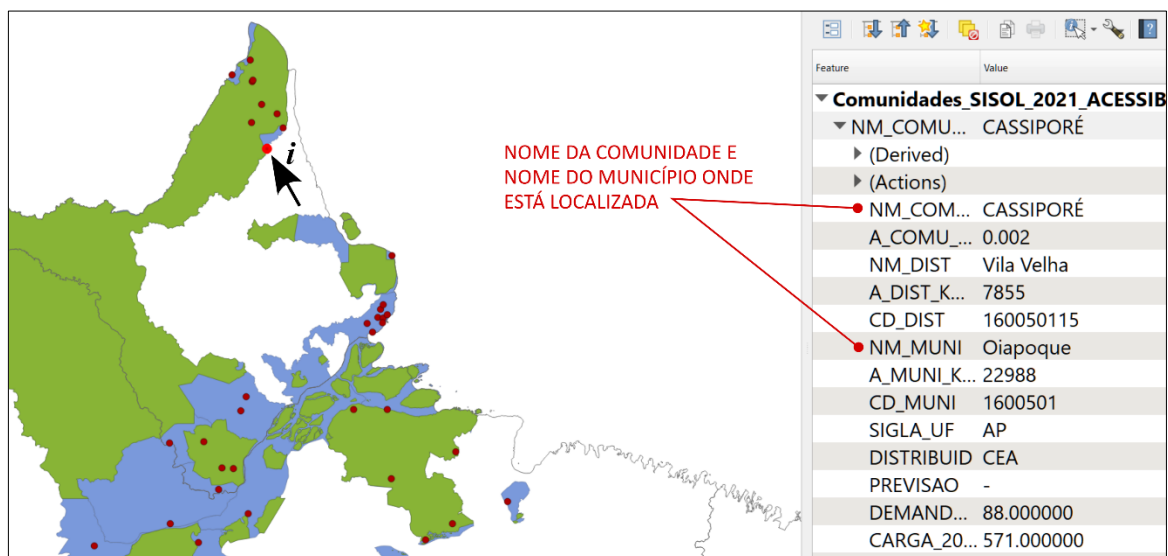
Ativar o Windows?

A planilha completa, com informações e links de acesso às fontes das bases de dados, pode ser encontrada no **ANEXO II**. O conjunto de bases de dados em si também pode ser disponibilizado mediante solicitação. Esse conjunto ainda está em estado bruto, não tendo sido padronizado dentro dos critérios que serão definidos para a ferramenta interativa online.

Os títulos das colunas são autoexplicativos. Importante observar a coluna “Atributos”. Atributos são as informações associadas a cada entidade que compõe uma base de dados georreferenciados. Quando uma base é aberta em um SIG, os atributos podem ser acessados com a ferramenta “Informações” (o nome da ferramenta varia de acordo com o aplicativo que estiver em uso) clicando na entidade, como mostrado na **FIGURA 10**. O trabalho de filtragem de informações, criação de novas base de dados, cálculos etc., são feitos através dos atributos.

Os atributos existentes nas bases de dados compiladas no inventário estão discriminados nas abas da planilha (**FIGURA 9**). Como os formatos dos arquivos muitas vezes têm restrições quanto ao número de caracteres usados nos nomes dados aos atributos, faz-se necessário um dicionário de atributos. Infelizmente, nem todas as bases de dados são construídas com o devido cuidado e o dicionário não está contido nos metadados ou outro lugar inteligível.

FIGURA 10 - COM UM SIG, PODE-SE ACESSAR OS ATRIBUTOS ASSOCIADOS A UMA ENTIDADE, COMO UM PONTO, LINHA OU POLÍGONO



Cada aba pode conter as descrições dos atributos de uma única base ou de várias. Quando uma base compartilha com outra base a mesma estrutura de atributos, essas bases estão agrupadas. Quando não foi possível encontrar a descrição do atributo, foi adotada a sinalização (?). Quando o atributo está vazio, foi adotado (não preenchido). A FIGURA 11 mostra um exemplo do conteúdo de uma aba.

FIGURA 11 - EXEMPLO DE UMA ABA COM AS BASES DE DADOS, SEUS ATRIBUTOS E SUAS DESCRIÇÕES.

	A	B	C	D	E
1	Base de Dados	PNV_SHP — PNV_SHP/Rodovias_Estaduais		Bases de Dados	PNV_SHP — PNV_SHP/Rodovias_Federais_SNV, 202110A — SNV_202110A
2	Atributo	Descrição		Atributo	Descrição
3	OBJECTID	Número identificador da feição		id_trecho_	Número identificador do trecho da rodovia
4	ROD_KM_INI	(?)		vl_br	Número federal
5	ROD_KM_FIN	(?)		sg_uf	Sigla da unidade federal
6	ROD_KM_EXT	Extensão da rodovia em km		nm_tipo_tr	Tipo de uso
7	SNV_ROD_CO	Código da rodovia no Sistema Nacional de Viação – SNV		sg_tipo_t	Sigla do tipo de uso
8	UF_SIGLA	Unidade Federal administradora		desc_coinc	Coincide ou não com rodovia estadual
9	ROD_ADM_NO	Âmbito da administração		vl_codigo	Código da rodovia no Sistema Nacional de Viação – SNV
10	ROD_CODIGO	Código da rodovia		ds_local_i	Descrição local (?)
11	SNV_ROD_SU	Condição da rodovia		ds_local_f	Descrição local (?)
12	ROD_CON_DE	(?)		vl_km_inic	(?)
13	ROD_FON_DE	Fonte de localização da rodovia		vl_km_fina	(?)
14	br	Número da rodovia		vl_extensa	Extensão do trecho da rodovia
15	filtro_lab	(?)		ds_sup_fed	Sigla descritiva do tipo de rodovia
16	Shape_Leng	(?)		ds_obra	(?)
17				ul	Nome local
18				ds_coinc	Código da rodovia coincidente no SNV
19				ds_tipo_ad	Administração da rodovia coincidente
20				ds_ato_leg	Ato legal
21				est_coinc	Código da rodovia coincidente
22				sup_est_co	Condição da rodovia coincidente
23				ds_jurisd	Jurisdição
24				ds_superfi	Descrição da superfície
25				ds_lenenda	Descrição da condição da superfície

BASES QUE COMPARTILHAM A MESMA ESTRUTURA DE ATRIBUTOS

REFERÊNCIAS

- ANTUNES CAMPOS, R.; RAFAEL DO NASCIMENTO, L.; RÜTHER, R. The complementary nature between wind and photovoltaic generation in Brazil and the role of energy storage in utility-scale hybrid power plants. **Energy Conversion and Management**, v. 221, p. 113160, out. 2020.
- BIGDELI, N. Optimal management of hybrid PV/fuel cell/battery power system: A comparison of optimal hybrid approaches. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 42, p. 377–393, fev. 2015.
- BORTOLINI, M. et al. Economic and environmental bi-objective design of an off-grid photovoltaic–battery–diesel generator hybrid energy system. **Energy Conversion and Management**, v. 106, p. 1024–1038, dez. 2015.
- DA PONTE, G. P.; CALILI, R. F.; SOUZA, R. C. Energy generation in Brazilian isolated systems: Challenges and proposals for increasing the share of renewables based on a multicriteria analysis. **Energy for Sustainable Development**, v. 61, p. 74–88, abr. 2021.
- DE FREITAS MOSCARDINI JÚNIOR, E.; RÜTHER, R. The influence of the solar radiation database and the photovoltaic simulator on the sizing and economics of photovoltaic-diesel generators. **Energy Conversion and Management**, v. 210, p. 112737, abr. 2020.
- GÓMEZ, M. F.; SILVEIRA, S. Rural electrification of the Brazilian Amazon – Achievements and lessons. **Energy Policy**, v. 38, n. 10, p. 6251–6260, out. 2010.
- GÓMEZ, M. F.; SILVEIRA, S. The last mile in the Brazilian Amazon – A potential pathway for universal electricity access. **Energy Policy**, v. 82, p. 23–37, jul. 2015.
- GÓMEZ, M. F.; TÉLLEZ, A.; SILVEIRA, S. Exploring the effect of subsidies on small-scale renewable energy solutions in the Brazilian Amazon. **Renewable Energy**, v. 83, p. 1200–1214, nov. 2015.
- MA, T.; YANG, H.; LU, L. A feasibility study of a stand-alone hybrid solar–wind–battery system for a remote island. **Applied Energy**, v. 121, p. 149–158, maio 2014.

MAZZONE, A. Decentralised energy systems and sustainable livelihoods, what are the links? Evidence from two isolated villages of the Brazilian Amazon. **Energy and Buildings**, v. 186, p. 138–146, mar. 2019.

MAZZONE, A. Energy transition in isolated communities of the Brazilian Amazon. In: **The Regulation and Policy of Latin American Energy Transitions**. [s.l.] Elsevier, 2020. p. 319–330.

MISHRA, S. et al. A survey on multi-criterion decision parameters, integration layout, storage technologies, sizing methodologies and control strategies for integrated renewable energy system. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 52, p. 102246, ago. 2022.

OU, T.-C.; HONG, C.-M. Dynamic operation and control of microgrid hybrid power systems. **Energy**, v. 66, p. 314–323, mar. 2014.

RAJBONGSHI, R.; BORGHAIN, D.; MAHAPATRA, S. Optimization of PV-biomass-diesel and grid base hybrid energy systems for rural electrification by using HOMER. **Energy**, v. 126, p. 461–474, maio 2017.

REZK, H.; DOUSOKY, G. M. Technical and economic analysis of different configurations of stand-alone hybrid renewable power systems – A case study. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 62, p. 941–953, set. 2016.

SÁNCHEZ, A. S.; TORRES, E. A.; KALID, R. A. Renewable energy generation for the rural electrification of isolated communities in the Amazon Region. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, p. 278–290, set. 2015.

SCHMID, A. L.; HOFFMANN, C. A. A. Replacing diesel by solar in the Amazon: short-term economic feasibility of PV-diesel hybrid systems. **Energy Policy**, v. 32, n. 7, p. 881–898, maio 2004.

SULAEMAN, S. et al. Floating PV system as an alternative pathway to the amazon dam underproduction. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 135, p. 110082, jan. 2021.

VAN ELS, R. H.; DE SOUZA VIANNA, J. N.; BRASIL, A. C. P. The Brazilian experience of rural electrification in the Amazon with decentralized generation – The need to change the

paradigm from electrification to development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 3, p. 1450–1461, abr. 2012.

APÊNDICE I

- ANA - Agência Nacional de Águas
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
- ASTER - *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (Global Digital Elevation Model)*
- CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
- COSIPLAN - Conselho Sul-Americano de Infraestrutura e Planejamento
- CRESESB - Centro de Referência das Energias Solar e Eólica Sérgio de Brito
- DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética
- FBDS - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável
- FUNAI - Fundação Nacional do Índio
- GWA - *Global Wind Atlas*
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
- INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
- MAPBIOMAS - Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil
- MINFRA - Ministério da Infraestrutura
- SIG - Sistema de Informações Geográficas
- SGB_CPRM - Serviço Geológico do Brasil / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
- SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission*
- TERRACLAS - Projeto TERRACLAS de mapeamento das áreas desflorestadas da Amazônia
- TOPODATA - Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil

Transição Energética em Sistemas Isolados (TE Sisol)

Revisão Bibliográfica dos Sistemas Isolados –
Produto 6