

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
PAOLA YASMIN DO NASCIMENTO

SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO DA USINA HIDRELÉTRICA
EM FURNAS: estudo de caso Cota 762

Varginha

2021

PAOLA YASMIN DO NASCIMENTO

**SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO DA USINA HIDRELÉTRICA
EM FURNAS: estudo de caso Cota 762**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito da obtenção de grau do bacharel, sob orientação do Prof. Dr. Luiz Carlos Vieira Guedes e coorientação da Profa. Esp. Adilene Maria Soares Tirelli.

Varginha

2021

PAOLA YASMIN DO NASCIMENTO

**SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO DA USINA HIDRELÉTRICA
EM FURNAS: Estudo de caso Cota 762**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas UNIS MG, como pré-requisito para obtenção de bacharel, pela banca:

Aprovado em: __/__/__

Prof.

Prof.

Prof.

OBS.:

“As pessoas felizes lembram o passado com gratidão,
alegram-se com o presente e encaram o futuro sem medo.”

-Epicuro

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Deus, minha família, aos meus professores e orientadores:

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Boletim diário ONS - Situação ao final do dia 19/10/21.....	16
Tabela 02: Restrições de uso da faixa de servidão:	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Instalações de Furnas no Sul e Centro-Oeste de Minas Gerais.....	13
Figura 02: Turbina Francis de Eixo Vertical.....	18
Figura 03: Gerador Elétrico.....	18
Figura 04: Barragem de Furnas.....	20
Figura 05: Faixa de servidão.....	22
Figura 06: Rio São Francisco.....	30
Figura 07: Represa de Furnas.....	32
Figura 08: Inundação na cidade de Guapé.....	32
Figura 09: Antigo Bangalô.....	33
Figura 10: Ruínas da igreja Matriz de Guapé de 1963.....	33
Figura 11: Igreja Matriz de Guapé, antes e depois.....	34
Figura 12: Ponte de Pontalete.....	35
Figura 13: Modelo de criação de valor.....	38

Resumo

Este trabalho de conclusão de curso fez um estudo de caso sobre o nível de água da lagoa de Furnas, destacando desde a primeira instalação até o sistema operacional, técnico, tecnológico, administrativo, corporativo, econômico, desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira e a crise hídrica. A hidrelétricas tem 70% de responsabilidade na matriz elétrica do Brasil, e os municípios existentes no percurso do Rio Furnas que dependiam que o nível de água alcançasse a cota 762 para aproveitamento de recursos hídricos, como o abastecimento residencial, comercial e industrial, irrigação, lazer, turismo, pesca, navegação, análises laboratoriais, equipamentos, lavagem de veículos, cozimento de alimentos, entre outros. Porém, o reservatório de água encontrava-se na cota 759, pouco abaixo do nível exigido.

Palavras-Chave: Nível de água. Cota 762. Crise hídrica. Geração de energia. Furnas.

ABSTRACT

This course conclusion work made a case study on the water level of the Furnas lagoon, highlighting from the first installation to the operational, technical, technological, administrative, corporate, economic system, sustainable development of the Brazilian society and the water crisis. Hydroelectric plants have 70% responsibility for the electricity matrix in Brazil, and the municipalities along the Furnas River that depended on the water level reaching 762 to use water resources, such as residential, commercial and industrial supply, irrigation, leisure, tourism, fishing, navigation, laboratory analysis, equipment, vehicle washing, cooking food, among others. However, the water reservoir was at elevation 759, just below the required level.

Keywords: Water level. Dimension 762. Water crisis. Power generation. Furnas.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Furnas	12
2.2 Usina Hidrelétrica	14
2.2.1 Reservatório de água.....	14
2.2.2 Institucional.....	19
2.2.3 Barragem.....	19
2.2.4 Turbinas.....	20
2.2.5 Gerador.....	21
2.2.6 Transmissão.....	22
2.2.7 Subestação.....	24
2.2.8 Análise matemática em hidroelétricas.....	25
2.2.9 Riscos.....	26
2.2.9.1 Agência Nacional de Águas.....	28
2.3 Sistemas de proteção	30
2.3.1 Operação e manutenção.....	31
2.4 Represa de Furnas	31
2.5 Furnas como uma sociedade	35
2.6 Sustentabilidade	37
2.7 Novos Projetos	39
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Será visto neste trabalho, um estudo de caso do sistema que envolve o nível de água de uma represa. Discorrendo brevemente sobre a instalação de Furnas, criação da Lagoa de Furnas, a inundação que ocorreu nas cidades existentes no Rio Furnas devido a instalação da represa, a importância que possui a Cota 762 para a sociedade, sustentabilidade e economia, além dos riscos que pode causar (SOARES, 2021)

Há um assunto em pauta, o nível de água do Lago Furnas. O qual tem comovido toda a população da região, interessados, curiosos, até mesmo o governador Romeu Zema Neto que junto com a população têm defendido a cota mínima de 762 metros acima do nível de água do mar. Atualmente, o nível da lagoa Furnas encontra-se em 754 m, o qual não é suficiente para atender todas as finalidades dos municípios da região em que se encontra os canais da lagoa Furnas. Finalidades como o turismo, abastecimento urbano, comercial e industrial, agropecuária, piscicultura e atividades econômicas (ALAGO, 2021).

O baixo nível de água tem prejudicado as cidades, diminuindo o uso de recursos hídricos, para o qual são feitas reuniões para levantar questionamentos e destacar possíveis soluções, a fim de garantir o uso de recursos hídricos. Além de reuniões, existe um grupo direcionado a questionar esta situação denominado como: “Todos Por Furnas”, onde todos podem vir a ter a oportunidade de se manifestar e colaborar com o estudo de caso do nível de água (EPTV, 2020)

A Usina hidrelétrica de Furnas, ainda hoje é responsável por levar energia elétrica a várias cidades, e para isso, a água alcançando o topo da barragem, conhecido como Energia Potencial Gravitacional, após liberada a passar por tubos, cai e sua queda gera uma força que movimenta turbinas, transformando Energia Potencial Gravitacional em Energia Cinética ou como pode ser chamada também de Energia de Movimento. Essa energia de movimento gera trabalho nos geradores, que são responsáveis por gerar a energia elétrica. E após isso, a energia elétrica gerada nos geradores, pode ser distribuída aos postos de recebimento de energia (BRASIL ESCOLA, 2021).

A represa de Furnas, trouxe evolução na economia e energia elétrica, para muitas cidades de Minas Gerais. Mas para isso, primeiramente trouxe algumas complicações, como a inundação que devastou algumas cidades localizadas no percurso da Lagoa de Furnas. Dando origem ao mar de Minas Gerais, uma lagoa grande (SOARES, 2021).

Juscelino Kubitschek no seu projeto 50 anos em 100, colocou o Brasil em um colapso energético. Assim Juscelino Kubitschek construiu uma Represa, quase equivalente a Usina

Itaipu, que é a represa que mais gera energia elétrica no planeta, produzindo cerca de 2,68 bilhões de MWh. Esta represa fica localizada no extremo Oeste do Paraná, na divisa entre o Brasil e Paraguai, exatamente entre Foz do Iguaçu - Brasil e Ciudad del Este - Paraguai, e por isso é chamada de Usina Binacional, por possuir duas nacionalidades, um lado da Usina é o Paraguai e o outro lado é Brasil (ITAIPU, 2021; SANTOS, 2021; SOARES, 2021).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Será abordado em torno do assunto em questão o nível de água em Furnas, pontos importantes do sistema que resultam na baixa ou aumento da altura da água.

2.1 Furnas

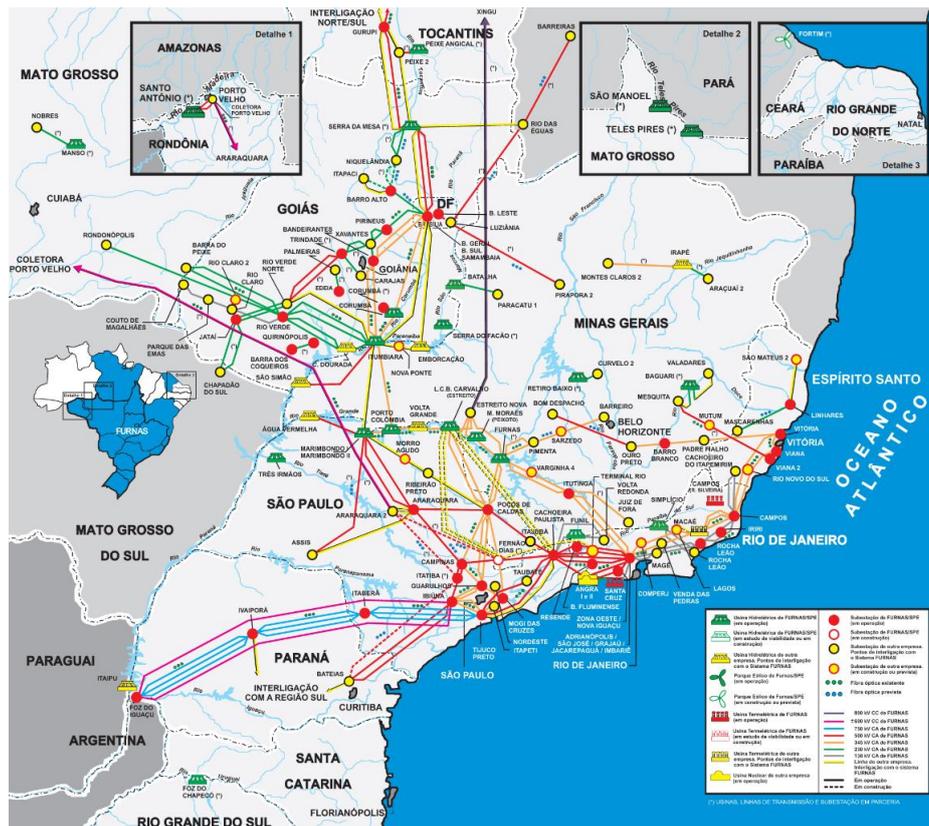
A usina hidrelétrica de Furnas, está localizada entre São José da Barra – Minas Gerais e São João Batista da Glória – Minas Gerais, foi a primeira usina construída pela Empresa Furnas e teve sua construção iniciada em julho de 1958. Para instalação das sétima e oitavas unidades, no início década de 70 teve uma ampliação que totalizava uma potência de 1.216 Megawatts em circuitos elétricos (FURNAS, 2021).

Sua localização fornece abastecimento elétrico no estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, aproximadamente a 400 km de São Paulo, a 500 km do Rio de Janeiro e 300 km de Belo Horizonte. Furnas possui grandes hidrelétricas instaladas no Brasil, regularizou o Rio Grande e contém um potencial de mais 6.000MW em mais oito instalações de usina (FURNAS, 2021).

Atualmente, Furnas tem 21 Hidrelétricas, 2 Termelétricas e 1 Complexo Eólico, onde 4 Hidrelétricas estão em propriedade integral, 6 Hidrelétricas estão sob administração especial, 2 Hidrelétricas em parceria, 9 Hidrelétricas em sociedade de propósito específico, 2 Termelétricas em propriedade integral e 1 Complexo Eólico em propriedade integral. Entre elas, Furnas possui instalações de hidrelétricas que dividem dois estados, como em Minas Gerais e Goiás, Minas Gerais e Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, Águas de Chapecó e Alpestre e usinas entre o Mato Grosso e Pará. E sem dividir estados, tem instalações em Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso, Tocantins, Rondônia e no Ceará (FURNAS, 2021).

O lago de Furnas, ainda circula por 34 municípios do Sul e Centro-Oeste de Minas Gerais, que devido a baixa ocorrência de chuva e aumento de ocorrência de queimadas e desmatamento, enfrentavam uma seca e risco de pouco uso do lago para atividades econômicas, que visam o turismo, geração de emprego e renda. Disponibilizado pelo site de Furnas, a figura abaixo ilustra um mapa com municípios brasileiros que possuem instalações de Furnas, em operação ou até mesmo em construção (SILVA, 2021; FURNAS, 2021).

Figura 01: Instalações de Furnas no Sul e Centro-Oeste de Minas Gerais



Fonte: Adaptada de (FURNAS, 2021)

Com o desenvolvimento do lago de Furnas, criou-se a Associação dos Municípios do Lago de Furnas (ALAGO), para atender a 34 municípios que existem em torno do lago de Furnas e 18 municípios que fazem parte da bacia hidrográfica do lago de Furnas, para auxiliar no desenvolvimento regional e garantir o uso do lago para o Turismo Náutico, Piscicultura, Hotelaria, Gastronomia e a Irrigação, gerando empregos e renda a população. A Alago realiza projetos para incentivo a piscicultura, lazer e turismo, preserva recursos naturais e fornece orientação em empreendimento (ALAGO, 2021).

Para garantir a preservação de recursos naturais e o desenvolvimento sustentável, implementa plano de saneamento básico ambiental e em união com Furnas realizou projeto com apoio da Emater, produtores rurais e prefeituras, plantando espécies nativas de árvores, fornecendo mudas, plantio e cercamento da área, enquanto a Alago definia os municípios seguintes que seriam contemplados. O projeto beneficiou o lago de Furnas, comunidades rurais e as cidades, atendeu a todos os municípios da Alago, e o projeto foi iniciado contemplando com a muda e plantação, os primeiros municípios: Guapé, Campo Belo e Cristal. (ALAGO, 2021)

2.2 Usina Hidrelétrica

Apesar do caos no ecossistema. Devido a demanda de rios e mares, usinas hidrelétricas seguem tendo maior instalação para geração de energia elétrica, com porte grandes ou pequenas usinas. Fontes de energia elétrica como a energia eólica, exige uma demanda de ventos que não podem ser aplicados em todo o território mundial, por alguns lugares não obterem a quantidade de vento que o sistema precisa. Mas, a energia solar segue buscando domínio, que apesar de seu elevado preço, apresenta potencial para lucro em economia futuramente, porém a usina solar produz pouca quantidade de energia elétrica, quantidade inferior a quantidade que é gerada diariamente em hidrelétricas e termoeletricas, além de as hidrelétricas possibilitarem alta demanda de distribuição (PORTAL SOLAR, 2021).

De acordo com o Portal Solar (2021) água é uma fonte de energia renovável, responsável pela geração de cerca de 70% da energia elétrica consumida no Brasil. Um exemplo mais detalhado de como funciona uma usina hidrelétrica, a primeira usina instalada de Furnas denominada como Furnas, está construída entre São João da Glória e São José da Barra, pertencente a uma empresa que possui quinze hidrelétricas (FURNAS, 2021).

2.2.1 Reservatório de água

A usina de Furnas possui vertedouro, casa de força, barragem, subestação e reservatório de água. O reservatório contém um aglomerado de água em que os níveis operacionais variam de acordo com a função dos períodos de enchente e estiagem. Existem usinas, conhecidas como usinas reversíveis, por possuírem mais de um reservatório para que em momentos de menor demanda de energia do sistema consequentemente para uso e geração de energia, durante as horas de pico a água é bombeada para o reservatório mais elevado (PEREIRA, 2015).

No Brasil, desde 1990 devido a restrições ambientais por estes reservatórios apresentarem efeitos negativos no equilíbrio ecológico as usinas com reservatório de regularização tiveram seu uso reduzido, mas Gomide (2013), afirma que reservatórios são indispensáveis para administração dos riscos associados a eventos hidrológicos extremos e para armazenamento de energia e água (PEREIRA, 2015).

Há três tipos de reservatórios, sua classificação é feita em função da duração de enchimento: reservatório de regulação diária ou semanal, reservatórios sazonais e reservatórios interanuais (PEREIRA, 2015):

- a) Reservatório de regulação diária ou semanal: Para volume da ordem de grandeza das contribuições semanais ou diárias (PEREIRA, 2015);
- b) Reservatório sazonal: Para volume da ordem de grandeza das contribuições em estação de chuva. Localizado no percurso superior de rios, permite armazenar água para ser utilizado em períodos de consumos significativamente elevados (PEREIRA, 2015);
- c) Reservatório interanual: Volume superior ao volume de contribuição anual, armazena água durante um ano úmido para uso em um ano seco (PEREIRA, 2015);

O reservatório de água de Furnas, tem uma extensão máxima de 240 km ao leste do reservatório, o Rio Grande e localizado ao sul do reservatório a união de três rios contém o rio Verde, rio Sapucaí e rio Machado. Possui 768 m em nível normal de operação, 769,30 m em nível de máxima cheia, 769 m em nível de desapropriação, 750 m em nível mínimo de operação, 1.440 km² de área inundada, volume total de 22,95 bilhões m³ e volume útil de 17, 217 bilhões m³ (VIEIRA, 2010; FURNAS, 2021).

E é possível estar diariamente atualizado, quanto a medida do nível de água, vazão afluente e o volume útil, pois esses dados são divulgados pela ONS diariamente de segunda a sexta, exceto feriados. Conforme a tabela a seguir (FURNAS, 2021):

Tabela 01: Boletim diário ONS - Situação ao final do dia 19/10/21

Usina Hidrelétrica	Nível (m)	Volume útil	Vazão	
			Afluente	Defluente
Anta	251,38	88,00	236	99
Baguari	184,71	40,20	368	377
Batalha	787,88	13,06	37	30
Corumbá	585,84	52,73	164	133
Foz do Chapecó	264,44	43,65	1.656	1.958
Funil	454,39	35,47	213	161
Furnas	754,41	15,96	632	296
Itumbiara	500,03	12,56	562	405
Jaguari	609,13	22,77	37	10
Luiz C. B. Carvalho	620,28	43,94	301	452
Mar. Masc. De Moraes	655,78	16,34	514	326
Manso	278,88	8,63	78	78
Marimbondo	431,00	13,31	874	504
Porto Colômbia	466,52	59,18	522	699
Peixe Angical	261,98	46,99	995	995
Retiro Baixo	614,29	13,71	55	50
Serra do Facão	736,90	12,96	43	95
Santo Antônio	70,00	0,00	3.475	3.535
São Manoel	161,44	100	782	789
Serra Da Mesa	433,31	22,96	232	575
Simplício	250,45	79,78	136	138
Teles Pires	220,42	95,82	720	754
Três irmãos	320,01	0,00	16	327

Fonte: Adaptada de (FURNAS, 2021).

Avaliando o nível do reservatório do último dia de cada mês. Entre outubro de 2020 e setembro de 2021, Furnas teve constante variação do volume útil, ilustrado no gráfico abaixo que foi disponibilizado pelo site de Furnas (FURNAS, 2021):

Gráfico 01: Variação do volume útil nos últimos 12 meses



Fonte: (FURNAS, 2021)

Segundo Alves (2015) a partir de Furnas o Brasil teve o primeiro mega reservatório do território brasileiro. E com um grande potencial de produção de energia, produz energia elétrica por meio da força da água. A barragem forma uma represa acumulando água, isso gera energia potencial gravitacional essa água que é acumulada atrás da barragem, ao alcançar o topo da barragem ocorre o acionamento que permite a queda da água, e a água entra em circulação por meio de conduto forçado (tubulação) (SANTOS, 2021).

Enquanto a água circula pela tubulação, a energia potencial é convertida em energia cinética. A água ao alcançar a sala de máquinas, é direcionada para as turbinas, movimentando as pás da turbina, onde a energia cinética é transformada em mecânica de rotação (ROCHA, 2021).

A turbina é uma roda com pás, com uma tensão de quinze mil volts e potência de 152 MW. De acordo com Furnas, a turbina utilizada é do tipo Francis, conforme figura abaixo, de eixo vertical, com um diâmetro de 4,485 m (FURNAS, 2021):

Figura 02: Turbina Francis de Eixo Vertical.

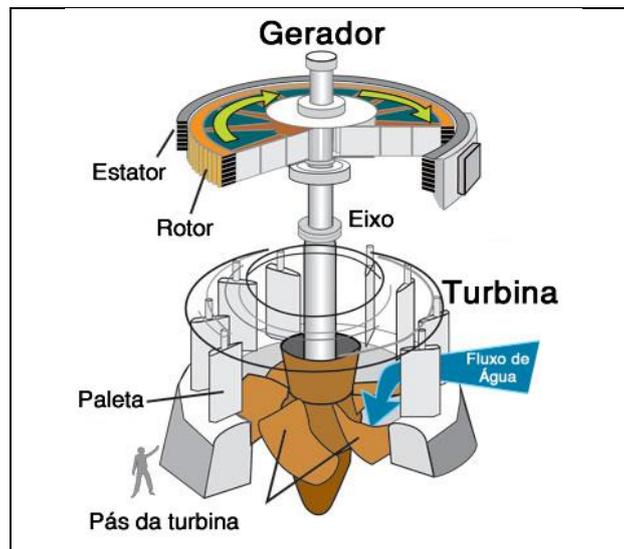


Fonte: (BOCK, 2018).

Com o eixo da turbina em contato com gerador elétrico, a energia mecânica de rotação é transformada em energia elétrica (ROCHA, 2021).

No site de Furnas (2021), pode-se verificar que Furnas utiliza oito unidades geradoras de energia elétrica e possui geradores com 60 Hz de frequência, 150 rotações por minuto, 15 mil volts de tensão nos terminais e potência nominal de 152 Megawatts. A figura abaixo exemplifica o funcionamento de um gerador elétrico (FURNAS, 2021):

Figura 03: Gerador Elétrico



Fonte: (FARIA, 2021).

A energia elétrica é distribuída pelas linhas de transmissão para os postos de recebimento que estão localizados em Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro. Destes postos

de recebimento a energia é encaminhada para as distribuidoras e conseqüentemente para os usuários. (AUTOR, 2013).

2.2.2 Institucional

Na década de 50, o Brasil tinha o processo de industrialização em risco de sofrer um colapso energético, e com o intuito de evitar esse colapso criou-se Furnas, uma empresa de economia múltipla federal e capital fechado. Administrada pelas Centrais Elétricas Brasileiras S/A e sua direção corporativa conta com Assembleia Geral de Acionistas, Diretoria Executiva, Conselho de Administração, Conselho Fiscal e Auditoria Interna. A empresa atua principalmente na geração, transmissão e comercialização de energia elétrica. Instalou em Minas Gerais a primeira usina hidrelétrica da empresa e atualmente conta com instalações em 15 estados e no Distrito Federal (FURNAS, 2021).

A empresa é importante no desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira, por colaborar cotidianamente com investimentos em pesquisas de energia limpa, inovação tecnológica, técnicas, capacitação, eficiência operacional, projetos sociais e desenvolvimento de transparência na gestão. Sendo assim, tornou-se referência para outras novas empresas de energia que buscam adequar-se a estrutura do novo regime do setor elétrico brasileiro (FURNAS, 2021).

2.2.3 Barragem

A barragem, para acumulação de água e contenção, é localizada em torno da água formando uma represa, onde a água se acumula até haver o acionamento da queda da água, para posteriormente ser transportada pela tubulação até alcançar a turbina (SANTOS, 2021).

A barragem de Furnas, é do tipo enrocamento com núcleo de argila, tem uma altura máxima de 127 m, volume total em cerca de 9.450.000 e o coroamento tem uma largura de 15 m, uma elevação de 772 m e 554 de desenvolvimento, conforme a figura a seguir (FURNAS, 2021):

Figura 04: Barragem de Furnas



Fonte: Adaptada de (FURNAS, 2021)

2.2.4 Turbinas

A escolha da turbina a ser trabalhada na hidrelétrica para se ter facilidade de operação e manutenção pode ser analisada em função da queda d'água (RIBEIRO, 2008):

- a) Turbina Bulbo: Usinas de baixa queda ($H < 20\text{m}$) (BLOCK, 2018);
- b) Turbina Kaplan: Turbina Axial, para usinas de baixa queda ($H < 60\text{m}$) (BLOCK, 2018);
- c) Turbina Francis: Turbina radial, para usinas de média a alta queda ($40\text{m} < H < 400\text{ m}$) (BLOCK, 2018);
- d) Turbina Pelton: Turbina de ação ou impulso, para usinas de queda muitíssimo alta ($350\text{ m} < H < 1.100\text{m}$) (BLOCK, 2018).

Também deve ser considerado: a capacidade para atendimento de urgência, ter fornecedor com disponibilidade de peças sobressalentes. E para estimar a potência, analisar a queda líquida e a vazão de projeto por turbina, além de contribuir com dados para estipular a velocidade específica da turbina, como (RIBEIRO, 2008):

$$ns = \frac{n P_n^{0,5}}{H_{liq}^{1,25}} \quad (1)$$

Onde:

ns = velocidade específica da turbina (rpm);

n = velocidade de rotação da turbina (rpm);

P_n = potência nominal da turbina (kW);

H_{liq} = queda líquida (m). (RIBEIRO, 2008)

A velocidade de rotação da turbina, depende do tipo de turbina, tipo de gerador, altura da queda e potência nominal, e como o gerador também apresenta influência na escolha da velocidade de rotação, dois geradores são considerados: assíncrono e síncrono. Após determinada a velocidade de rotação da turbina, ambos são aplicados a mesma velocidade de rotação, turbinas e geradores. E para tal determinação, procura-se a velocidade síncrona mais próxima do resultado do cálculo (RIBEIRO, 2008):

$$ns = \frac{120 f}{p} \quad (2)$$

Onde:

ns = velocidade de rotação síncrona (rpm);

f = frequência da rede (Hz);

p = número de pólos do gerador (adimensional) (RIBEIRO, 2008).

2.2.5 Gerador

No interior de geradores elétricos, contém ímãs e um enrolamento de fios com muitas voltas. Ao gerador rotacionar em elevada velocidade, segundo a lei de Faraday-Lenz ocorre uma variação no fluxo de campo magnético que gera uma corrente elétrica para compensar a variação (HELERBROCK, 2021).

A potência instalada na saída do gerador, pode ser calculada por meio de:

$$P = 9,81 \cdot Q \cdot H_{liq} \cdot \eta_T \cdot \eta_G \quad (3)$$

Onde:

P =potência instalada (kW);

Q = vazão da turbina ($m^3 s^{-1}$);

H_{liq} = queda líquida (m);

η_T = rendimento da turbina (decimal);

η_G = rendimento do gerador (decimal) (RIBEIRO, 2008).

Entretanto, a potência a ser instalada é recalculada de acordo com a queda líquida final oriundas da determinação de perdas de carga no sistema adutor, vindas da perda de carga na tomada de água do canal e na tubulação forçada. E calcula-se perda de carga por atrito e na entrada de tubulação forçada, para sistemas de captação de água onde faz-se uso da descarga de fundo da barragem (RIBEIRO, 2008).

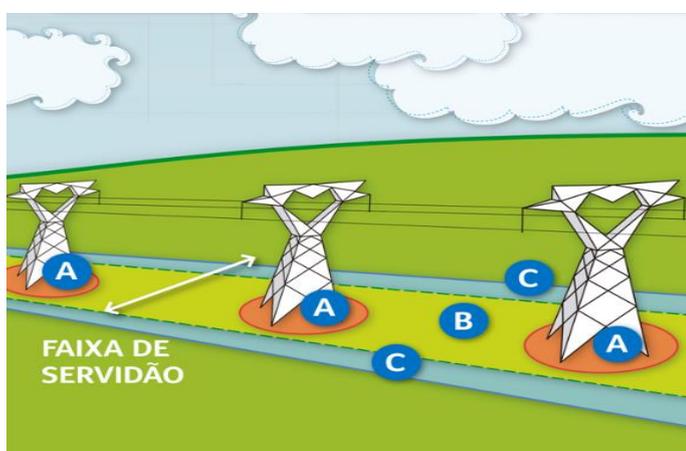
2.2.6 Transmissão

A corrente elétrica após ser gerada nos geradores elétricos, é conduzida por meio de fios condutores, conhecidas como linhas de transmissão. As linhas de transmissão deslocam a corrente elétrica até as subestações e posteriormente aos postos principais de distribuição (FURNAS, 2021).

De forma segura, os fios condutores são conectados por meio de torres metálicas com faixa de servidão que acompanha o percurso da linha de transmissão, essa faixa de servidão deve ter 20 metros de largura, ser livre de culturas de pequeno ou grande porte ou construções e estar alinhada ao centro do duto (FURNAS, 2021; TARDELLI ENGENHARIA 2021).

A faixa de servidão é formada por três áreas: área A ao redor da estrutura das torres, área B que é a área abaixo dos cabos e a área C que é a faixa de terra que integrando a largura total da faixa de servidão, conforme a figura a seguir (FURNAS, 2021):

Figura 05: Faixa de servidão



Fonte: (FURNAS, 2021)

E com essa faixa de servidão, existe uma série de restrições:

Tabela 02: Restrições de uso da faixa de servidão:

Tipo de uso	Área A	Área B	Área C
Plantações rasteiras	SIM	SIM	SIM
Culturas de pequeno e médio porte	NÃO	SIM	SIM
Florestamento/ reflorestamento	NÃO	NÃO	NÃO
Culturas onde se processam queimadas	NÃO	NÃO	NÃO
Veículos agrícolas	NÃO	SIM	SIM
Irrigação	SIM	SIM	SIM
Benfeitorias de apoio à agropecuária	NÃO	SIM	SIM
Instalações elétricas e mecânicas	NÃO	NÃO	NÃO
Depósito de materiais não inflamáveis	NÃO	NÃO	NÃO
Depósito de materiais inflamáveis	NÃO	NÃO	NÃO
Moradias	NÃO	NÃO	NÃO
Cercas de arame, passagens e porteiros	SIM	SIM	SIM
Área de lazer, indústria e comércio	NÃO	NÃO	NÃO
Deslocamento de pessoas na faixa	SIM	SIM	SIM

Fonte: Adaptada de (FURNAS, 2021)

Furnas exercendo a função de transmitir energia elétrica, mas sem a responsabilidade da distribuição, permitindo aos pontos principais de recebimento de corrente elétrica, a função de distribuir. Ao conduzir a corrente elétrica, ocorre o que se chama de transmissão, a transmissão é conduzida nas linhas de transmissão da rede básica de Furnas, que percorrem o Distrito Federal e mais oito estados, com tensões de 138, 230, 345, 500, 750 e 600 kV. Essa rede é supervisionada pelo Centro de Operação do Sistema, que para coordenação de manobras e normalização do sistema elétrico, é dividida em cinco centros: Centro Regional Minas, que é responsável pelas usinas do Rio Grande e está localizada na Usina de Furnas; o Centro Regional Rio, responsável pelo tronco de alimentação do Espírito Santo e Rio de Janeiro, e está localizada na Subestação de Jacarepaguá; o Centro Regional de São Paulo, localizado na subestação de Campinas, responsável pelos troncos de alimentação de São Paulo e também responsável pelo sistema de transmissão oriundo hidrelétrica de Itaipu; o Centro Regional de Goiás, que é responsável pelos troncos de alimentação de Goiás, parte de Tocantins e do Distrito Federal e Mato Grosso; o Centro de Supervisão de Telecomunicações para tal, localizado no Rio de

Janeiro e Centro de Operação do sistema também localizado no Rio de Janeiro (FURNAS, 2021).

2.2.7 Subestação

As linhas de transmissão, são ligadas a subestações, que fazem manobra, transformação de correntes e tensões, é responsável pela proteção, possibilita a diversificação por meio de combinação no Sistema Elétrico de Potência ou a diversificação por meio de rotas alternativas. Subestações são um aglomerado de condutores, equipamentos e aparelhos, que alteram as características da energia elétrica, e pode operar em quatro níveis de tensão: baixa tensão a 1 kV; média tensão entre 1 e 34,5 kV; alta tensão entre 34,5 e 230 kV e extra alta tensão com níveis acima de 230 kV (FURNAS, 2021).

As funções das subestações podem ser separadas da seguinte forma:

- a) Subestação Emissora de Transmissão, utiliza transformadores elevadores para subir a classe de tensão e abaixar a corrente, para que por meio de joule reduzida, transmita a energia com perdas e com seções nominais dos menores condutores, e esta subestação está localizada próxima a geração de energia (FURNAS, 2021);
- b) Subestação Receptora de transmissão, para interligar subestações de distribuição com Subestações Centrais de Transmissão, seccionar circuitos e isolar sistemas, esta subestação está localizada entre a geração e transmissão (FURNAS, 2021);
- c) Subestação de Distribuição, que com transformadores abaixadores abaixa a classe de tensão para assim distribuir energia a subestações consumidores ou transformadores de distribuição, esta subestação está localizada próxima aos centros de cargas (FURNAS, 2021);
- d) Subestação Consumidora, alimentada em média tensão, com o uso de transformadores abaixadores reduz a classe de tensão para adequá-la ao uso, essa subestação é instalada em propriedade particular (FURNAS, 2021);

Furnas opera 72 subestações, onde 55 são próprias e 17 são por meio de parcerias, como:

- a) Subestações próprias em 9 estados: 18 no Rio de Janeiro; 9 em São Paulo; 8 em Goiás; 9 em Minas Gerais; 3 no Distrito Federal; 3 no Paraná; 1 em Tocantins; 3 no Espírito Santo e 1 no Mato Grosso (FURNAS, 2021);
- b) Subestações sob regime de parcerias em 10 estados: 7 em Goiás; 2 em São Paulo; 1 no Distrito Federal; 1 em Minas Gerais; 1 em Tocantins; 1 em Rondônia; 1 no Ceará; 1 no Pará; 1 em Mato Grosso e 1 no Espírito Santo (FURNAS, 2021);

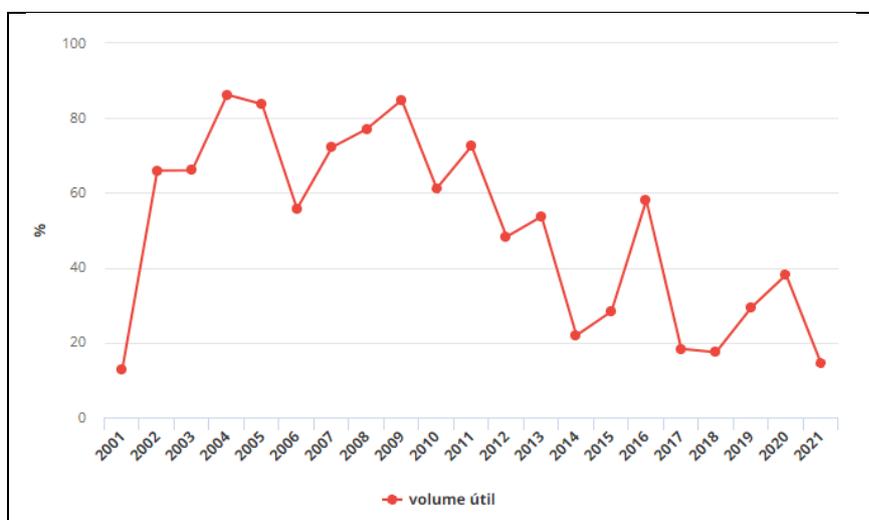
2.2.8 Análise matemática em hidroelétricas

No dia 08 de janeiro de 2021, a Universidade Federal de Alfenas divulgou em seu canal na plataforma Youtube, uma reportagem que foi exibida pela EPTV no dia 07 de janeiro de 2021. Onde foi destacado que apesar da intensa ocorrência de chuva que ocorreu nesse período, ao analisar o nível de água da Lagoa de Furnas medindo a altura do Rio Verde, o rio continuava apresentando uma altura de 1,98m abaixo do nível que foi aprovado em novembro de 2020 pela Assembleia Legislativa do Estado, como emenda à constituição de Minas Gerais, a cota 762 metros (UNIFAL, 2021).

Muito abaixo do nível exigido, o rio alcançava a cota 753,70 metros que representa cerca de 18,93% do volume do reservatório. Foi exigido ao governo do Estado de Minas Gerais, que após 6 meses de estudo, apresentasse o impacto social, econômico e ambiental, que a aplicação da emenda representa, e fornecer mais água a Lagoa de Furnas que fica localizada no curso médio do Rio Grande e que possui no reservatório de água a união do Rio Sapucaí com o Rio Grande (FURNAS, 2021; UNIFAL, 2021).

E desde o último pane elétrico que aconteceu a 20 anos, em setembro de 2021 a represa de Furnas apresentou o pior volume útil, com cerca de 14,48%, pouco acima do pior volume útil que foi apresentado em 2001, cerca de 12,98% devido ao racionamento de energia. Conforme gráfico abaixo que informa o volume útil do lago de Furnas nos meses dos últimos 20 anos, disponibilizado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (G1, 2021):

Gráfico 02: Volume útil do lago de Furnas durante os meses dos últimos 20 anos



Fonte: (OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO, 2021).

Em outubro e novembro, devido ao período de estiagem, Furnas teve vazões em menor quantidade, e conseqüentemente apresentou profundidade e carga hidráulica, em menor quantidade (UNIFAL, 2021).

Entretanto, no início de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, geralmente ocorre um aumento da vazão, devido ao aumento das chuvas que geralmente ocorre nesse período. Para aplicação da nova emenda, teve que ser feito na barragem em São José da Barra, um controle da vazão. Portanto, o que determina a altura que a água da Lagoa de Furnas alcança, é a quantidade de água que é liberada pela Usina (SANTOS, 2021).

De acordo com os dados do operador nacional do sistema elétrico de Furnas, em janeiro o reservatório de água recebeu mais de 1173,15 m³/s e liberou mais de 830 m³/s para uso na geração de energia (UNIFAL, 2021).

Furnas tem cerca de 34995 km de linhas de transmissão e 240.000km de linha de transmissão apenas na Fernão Dias. Possui 46 subestações e uma capacidade de 400m³ que pode ser aumentada para 500 m³ se o nível de água atingir 762 metros (FURNAS,2021).

2.2.9 Riscos

Existe um histórico de acidentes com barragens, citando algumas como exemplo, em Minas Gerais: Barragem da Pampulha em Belo Horizonte em 1954, São Luiz em 1985, barragens de rejeitos Fernandinho em 1985, a mais recente a Vale em Brumadinho (PEREIRA, 2015; PASSARINHO, 2019).

O rompimento da barragem em Brumadinho, pela BBC foi destacado como um dos maiores desastres em três décadas no mundo todo, apontando como talvez o pior desastre, com 65 mortes confirmadas e 279 pessoas desaparecidas nos 12 milhões de metros cúbicos, por mais de 46 quilômetros (PASSARINHO, 2019).

Os riscos no sistema da usina hidrelétrica e devido a mesma, podem ser muitos como por exemplo: Rompimentos de barragens, entre outros, como a deformidade da fundação, insuficiência de capacidade de vazão do vertedouro, liquefação do talude, deslizamento da ombreira esquerda para dentro do reservatório, ruptura por cavitação, ruptura do conduto forçado por cavitação, rompimento por galgamento, risco a diversidade ecológica, entre outros (PEREIRA, 2015).

- a) A capacidade de acomodação da vazão insuficiente e o vertedouro ineficaz, podem induzir ao galgamento e conseqüentemente romper a barragem (UNICAMP, 2021);

- b) Aproveitamento de alta e média queda: pode ser um risco a população próxima e a diversidade ecológica, devido a liberação acidental instantânea dessa água existente em reservatórios com grande volume. Dependendo do tipo de usina, pode originar uma onda de submersão e levar a ruptura da barragem, de forma total ou parcial, progressiva ou instantânea. (PEREIRA, 2015)
- c) Deformidade da fundação: pode ocasionar em menor confiabilidade para obter resultados positivos, além de causar erosão na barragem ao longo do conduto se houver uma fissura no concreto, pois os mecanismos que causam a fissura podem ser um risco a estrutura (KUPERMANN, 2021)
- d) A instalação de usina hidrelétrica, exige a retirada de vegetação do local que será inundado. O corte de árvores ocasiona em uma decomposição do que sobra, liberando matéria orgânica que logo se mistura com o carbono presente no solo, essa fusão gera gás carbônico e metano. O rio leva matérias orgânicas e outros sedimentos para dentro do reservatório (SANTOS, 2021) O metano e gás carbônico unidos com a água, impedem que o calor absorvido pela terra, seja refletido de volta para o espaço (USP, 2021), fazendo com que a temperatura seja em média 15°C, um fenômeno denominado como Efeito Estufa. Porém, apesar de que se não existisse o efeito estufa, a temperatura em média seria de -15°C, o aumento na emissão de gás carbônico, metano e óxido nitroso que vão para a atmosfera, a temperatura do Planeta aumentou em torno de 0,76°C nos últimos 140 anos, o suficiente para causar impacto no clima do Planeta Terra (USP, 2021). Portanto, barragens podem reduzir a biodiversidade e causar extinção de espécies do ecossistema aquático, sendo um risco ao meio ambiente (CAVALCANTI, 2021);
- e) Ombreira esquerda: pode possuir camada de areia e cascalho, material residual e argila porosa, um deslizamento de terra cairá dentro do reservatório de água (MELO, 2014).
- f) Em rompimento por galgamento, o galgamento é a transposição de uma estrutura por uma massa de água, após ocorrer o galgamento, uma brecha começa a aparecer no ponto mais fraco que tiver na crista da barragem, e a barragem pode suportar sem ruptura somente até um determinado período (LAURIANO, 2009);
- g) Ruptura por cavitação: estruturas de concreto que possuem mudanças bruscas de direção do escoamento com fluxos de água em velocidade acelerada como vertedouros, condutos forçados, bacia de dissipação, entre outros, possuem risco a rupturas por cavitação. Entretanto, a cavitação pode ser minimizada por meio da utilização de concretos dosados, regularização de deformidades na superfície e atenção a mudanças bruscas de declividade. Além disso, barragens e calhas de vertedouro, com estrutura de concreto, podem estar

sujeitas ao desgaste por erosão. Porém, também pode ser evitado com a utilização de diâmetros máximos maiores com propriedades mecânicas de alta dureza e fazer uso de pasta de cimento de baixo fator (SANTOS, 2012);

- h) Rompimento de barragens: pode levar a inundação de comunidades e ser um risco a vida humana, animal e a vegetação, como a contaminação de água e solo, redução de biodiversidade, possível extinção de espécies, entre outros (OLIVEIRA, 2019);
- i) Talude: é a superfície inclinada que delimita um maciço terroso ou rochoso. (MG Sul Engenharia, 2021) Em solos granulados saturados, ao ser submetido a carregamentos muito rápidos, pode desencadear Liquefação, que é o grande aumento de pressões, pressão que o fluido exerce no interior dos poros dos elementos porosos em solos ou rochas, reduzindo a resistência ao cisalhamento e tensões efetivas (NETO, 2009);

Ao longo do tempo, desde o início das primeiras usinas, os acidentes levaram a otimização da segurança e manutenção preventiva e corretiva. Porém, o recente acidente na barragem da Vale em Brumadinho, confirmou que ainda faltam estudos a serem feitos, para total controle de possíveis acidentes ou cessar os acidentes. Por meio do histórico de acidentes, determinou-se nível de água, ora em razão da estação seca, ora em razão do escoamento. Até mesmo para um controle do nível de água existente em reservatório, como acontecia em Furnas, que se encontrava em 754, 89 m. Porém, esse nível estava abaixo da cota mínima exigida para diversas operações das regiões que integram a região do lado de Furnas, a cota 762 m (COSTA, 2019; ALAGO, 2021)

2.2.9.1 Agência Nacional de Águas

De acordo com o Inep (2021), os níveis de chuva no Brasil são medidos desde 1931. E devido ao país a estação seca que o país enfrentava em algumas regiões, os meses entre setembro e maio, apresentaram volume mais baixo de chuva que já ocorreu. O que ocasionou em reservatórios em nível criticamente baixo, elevou as tarifas, elevando o preço que é cobrado pela luz, riscos de panes elétricas e probabilidade de precisar efetuar racionamento de água e luz. A falta de chuva, foi consequência das interferências humanas. Foram relatados diariamente nos jornais, ou até mesmo podia-se ver na beira de estradas e em matas próximas a área urbana, constante ocorrência de queimadas que registraram um alcance de 20% do território nacional e desmatamento devido a expansão da fronteira agropecuária. Essa ameaça a vegetação, resultou em alterações nos fluxos aéreos maciços de água, que se deslocaram de

áreas úmidas para outras regiões, em forma de vapor, da Amazônia para regiões Centro Oeste e Sudeste. Desta forma, choveu mais em regiões que menos necessitavam do que em outras áreas que enfrentavam período de seca. Nas regiões do Norte e Nordeste, operava-se com cerca de 84,5% e 63,4% da capacidade do reservatório, ocasionando em registros históricos na região Norte com a cheia no Rio Negro que tem causado estrago em Manaus e entres outras cidades, enquanto Sudeste e Centro operando com apenas 32,1% da capacidade. E segundo o projeto Mapbiomas, em uma análise de imagens de satélite que visualiza todo o território nacional entre 1985 e 2020, o Brasil perdeu cerca de 16% da superfície da água (NOZAKI, 2021; CAMARA DOS DEPUTADOS, 2021; MAPBIOMAS, 2021).

A expansão agropecuária, não somente influenciou na baixa de ocorrência de chuva em regiões em estado de seca, como também colaborou com cerca e 73% das emissões de CO₂. Porém, devido ao déficit hidroelétrico, as usinas termoeletricas trabalharam com vigor, termoeletricas queimam combustíveis e essa ação consequentemente gera gases de efeito estufa (NOZAKI, 2021).

Termoeletricas, também influenciam e ainda atingem diretamente no aumento de tarifas. Eletrobrás como o maior parque elétrico da América Latina com 48 usinas hidrelétricas, 12 usinas termoeletricas e 62 usinas eólicas, reduziu em 80% seus investimentos entre 2015 e 2020, resultando em um investimento de apenas 3, 12 bilhões. O baixo investimento contribuiu para a atual crise, sendo que 64, 9% da matriz elétrica do Brasil é proveniente das hidrelétricas e o quadro da crise podia piorar com a privatização da Eletrobrás (NOZAKI, 2021).

Segundo Clibson Alves dos Santos Professor da Universidade Federal de Alfenas (2021), a Agência Nacional de Águas estipulou que até novembro de 2021, a aplicação nova emenda que é de responsabilidade do agente responsável pela Operação Nacional do Sistema Elétrico, aplique a cota mínima de 15% no lago de Furnas, com o intuito de fazer acontecer a economia de água no período de seca extrema, para que evite o esvaziamento dos reservatórios de água (UNIFAL, 2021; O TEMPO, 2021).

Aos dois reservatórios de Minas Gerais, que antes de 30 de novembro alcançaram níveis inferior a 6%. Em furnas, precisava ser aplicado de forma que a cota mínima não esteja abaixo de 754,18 m, cerca de 36,2% da capacidade máxima normal, mantendo a cota de 655,58 m em Mascarenhas de Moraes, que equivale a cerca de 45,5% da capacidade máxima normal de aglomerado de água (UNIFAL, 2021; O TEMPO, 2021).

A fim de manter os recursos hídricos da água no rio São Francisco, que abrange 521 municípios percorrendo Minas Gerais, Pernambuco, Bahia, Sergipe, Alagoas, Distrito Federal e Goiás, em sua bacia possui reservatórios de Três Marias, Itaparica e Sobradinho.

Figura 06: Rio São Francisco



Fonte: (MOUTINHO, 2021)

Para que a faixa de operação normal tivesse atenção, após o reservatório de Sobradinho – Bahia atingir 60% do volume útil inferior, ANA autorizou que ocorresse uma operação excepcional entre os meses de junho e novembro, na hidrelétrica de Xingó (AL/SE) (O TEMPO, 2021; COLA DA WEB, 2021).

2.3 Sistemas de proteção

O controle do nível de água no reservatório, pode ser feito por meio de um algoritmo e um circuito eletrônico. E para manutenção, um sistema automatizado com: circuito eletrônico microcontrolado para controle do funcionamento do sistema, elemento sensor para identificar o nível de água e a válvula de hidráulica de acionamento elétrico. Possui ainda, um display LCD para exibir em números o nível de água no reservatório e consequentemente dados para configuração. A válvula hidráulica, aciona a abertura do reservatório para entrada de água (BACUARU, 2021).

2.3.1 Operação e manutenção

Furnas, possui três áreas de serviço importantes para garantir a segurança no sistema hidrelétrico: Centro técnico de ensaios e medições, Centro de treinamento de Furnas, Centro de treinamento de controle de emergência e Estação de Hidrobiologia e piscicultura (FURNAS, 2021).

- a) Centro de treinamento de controle de emergência: As margens do Rio Grande, com uma área de 30 mil m², realiza treinamentos de emergência em combate a incêndio e pânico, tem capacidade para auxiliar Bombeiros, órgãos governamentais, Batalhões Florestais e empresas do setor elétrico, devido ao treinamento teórico e prático, com vestimentas especiais e máscaras autônomas de ar, formação de brigadas de incêndio e noção básica em combate a incêndio e uso de extintores (FURNAS, 2021);
- b) Centro de treinamento de Furnas: Formação e otimização de mão de obra, para fornecer a empresas do setor elétrico, serviços e consultoria especializada na área de eletroeletrônica, controle e operação de sistemas elétricos de potência (FURNAS, 2021);
- c) Centro técnico de ensaios e medições: Certificado pelo Inmetro e com reconhecimento nacional pela especialidade em medição, instrumentação, e ensaios eletromecânicos, elétrico-eletrônicos e fisioquímicos, fornece assistência técnica ao sistema elétrico de Furnas, na manutenção e operação (FURNAS, 2021);
- d) Estação de Hidrobiologia e piscicultura: Criação de peixe para repovoamento planejado de reservatórios e mantém a qualidade das águas represadas (FURNAS, 2021).

2.4 Represa de Furnas

A represa de Furnas tem uma parte da barragem feita de pedra e de concreto onde ocorre a geração de energia, conforme figura abaixo (ELETROBRAS, 2021):

Figura 07: Represa de Furnas



Fonte: (SOARES, 2019).

A represa trouxe evolução na economia e energia elétrica, para muitas cidades de Minas Gerais. Mas para isso, primeiramente trouxe algumas complicações, como a inundação que arrastou algumas cidades localizadas no percurso da Lagoa de Furnas. E hoje em dia, Furnas é o mar de Minas Gerais, uma lagoa grande (SILVA, 2014).

A elaboração de Furnas inundou cidades inteiras, deixando-as submersas até o corrente ano. A construção da Represa de Furnas, trouxe energia elétrica para várias cidades, mas também trouxe a princípio, a vários cidadãos a perda de suas casas. Conforme aconteceu na cidade de Guapé (SILVA, 2014):

Figura 08: Inundação na cidade de Guapé



Fonte: (SILVA, 2014).

Por muitos anos, entre 8 e 10 anos, a cidade permaneceu sem esperança e estagnada, na pobreza e escassez, e com bancos e comércios fechados, levando famílias a abandonarem a antiga Guapé. A seca de 2012 levou a descoberta da estrutura conhecida como Antiga Bangalô,

a descoberta de uma estrutura quase completa a transformou em um símbolo do inesquecível acontecimento e um patrimônio histórico para manter a preservação de uma época que não poderia ser esquecida (SILVA, 2014).

Figura 09: Antigo Bangalô.



Fonte: (SILVA, 2014).

A cidade de Guapé recuperou esperanças quando deu início a plantações de café no cerrado, dando um novo desenvolvimento a cidade. Trazendo uma coloração verde ao que a antes era só galhos, pedra, cascalho, e resumidamente, a seca (SILVA, 2014).

Figura 10: Ruínas da igreja Matriz de Guapé de 1963.



Fonte: (SILVA, 2014).

Outro símbolo que também marcou, é o Padroeiro da cidade, São Francisco de Assis. Nas ruínas do que em 1963 era uma igreja, somente a torre com o São Francisco de Assis, permaneceu (SILVA, 2014).

Abaixo pode-se ver uma representação ilustrativa da Igreja Matriz antes da inundação e o que se tem hoje após anos do processo de recuperação da cidade Guapé (SILVA, 2014):

Figura 11: Igreja Matriz de Guapé, antes e depois.



Fonte: (SILVA, 2014).

A recuperação da cidade, não teve somente a agricultura como fonte de esperança, também agregou ao seu desenvolvimento, a atenção do Turismo para o Lago que promove apreciação por sua beleza (SILVA, 2014)

A inundação da cidade, não foi um acidente que de certa forma ocorreu de “surpresa”, os cidadãos foram avisados por Furnas, mas ninguém acreditou, levando a crianças brincarem com o nível de água do rio que subia gradualmente, até que o nível de água subiu exageradamente. Apenas levantaram suspeita de sua veracidade, quando o habitante mais rico da cidade, começou a vender suas ricas fazendas, levantando a hipótese de que poderia ser verdade o aviso. Uma das fazendas vendidas teria sido em Ilicínea - Minas Gerais, e logo depois em 1958, as fazendas de pontalete (SILVA, 2014).

Novamente um marco histórico da inundação, foi a Ponte em Três Pontas – Minas Gerais, localizado mais aproximadamente entre os rios Verdes e Sapucaí, que foi construída por Juscelino Kubitscheck em 1953, e posteriormente inundada e deteriorada em 1963 (SILVA, 2014):

Figura 12: Ponte de Pontalete



Fonte: (SILVA, 2014)

2.5 Furnas como uma sociedade

Com o objetivo de incentivar a igualdade e proteção aos direitos humanos, não permitindo o desrespeito e a desigualdade, nas operações de sua companhia, conduzindo as ações e operações com ética, transparência, idoneidade e respeito à legislação. Para contribuir com a viabilidade e o fortalecimento de políticas públicas, por meio de projetos e ações sociais para apoiar o trabalho voluntário de colaboradores e demais interesses de todos os públicos de relacionamento, o que refletiu em uma cultura corporativa socialmente mais responsável. Assinando parcerias com órgãos públicos, organizações sociais, fez sociedade pública e privada, com clientes e fornecedores, entre outras parcerias de negócio. Respeita os valores e interesses das comunidades, incentivando o diálogo entre as comunidades e demais públicos interessados (FURNAS, 2021).

Fez investimento social, por meio de apoio a ações sociais vinculadas missão de Furnas, políticas do setor de energia elétrica e do Governo Federal. Apoiando eventos técnico-científicos voltados a otimização direta e indireta de negócios em que atua. Incentivou e exerceu a valorização da cultura regional e da diversidade étnica, valorizando e respeitando as questões que incentivam o respeito as raças, orientação sexual e a diversidade de gênero. E apoiou boas práticas de gestão para estimular a melhora do desenvolvimento econômico e social, de áreas próximas aos empreendimentos de Furnas (FURNAS, 2021).

Para influenciar a sustentabilidade e a qualidade de vida, Furnas incentivou a população a preservar as margens dos reservatórios, conscientizou sobre o perigo das queimadas, a separação correta de resíduos e as restrições e uso da faixa de servidão. Conscientizando todos os seus públicos de relacionamento, sobre os riscos e danos socioambientais, causados pela obra. Criou canais de comunicação entre a empresa e a comunidade e assinou parceria com convênios e instituições de saúde, para controle e prevenção da saúde da população local. Realizando práticas e projetos, visando atender aos interesses de povos indígenas, com assistência à saúde, ações em educação e memória, proteção e vigilância, suporte para obras e infraestrutura, apoio técnico, administrativo e operacional, além de ações com o meio ambiente (FURNAS, 2021).

Com o Programa Furnas Social, selecionou projetos de organizações da sociedade civil e com o Programa de Desenvolvimento Territorial, contribuiu com o desenvolvimento social e econômico de comunidades e população, colaborou com avaliação, integração e incentivo as relações entre grupos comunitários organizados, sociedade civil e o poder público, colaborou com pesquisas arqueológicas e fornece patrocínio a projetos culturais enquadrados pelo Ministério de Turismo. Com o Programa FURNAS de Voluntário, incentivou a valorização do trabalho voluntário em ações ou causas sociais, contribuiu com hortas sociais para estimular a melhoria nos hábitos alimentares de comunidades carentes e criou o Projeto Aldeia da Cidadania para estimular a integração a sociedade, que visa beneficiar desde a assistência médica a educação, assistência social, corte de cabelo, vacinação, atendimento odontológico, entre outras necessidades básicas e de inclusão a sociedade (FURNAS, 2021).

Com o Programa Energia Social Furnas, incentivou a alfabetização, a capacitação ao mercado de trabalho, responsabilidade sociais e proteção aos direitos humanos, nas escolas com dinâmicas e jogos lúdicos, influenciou a mudança de hábitos para melhora da qualidade de vida. Com o Projeto Caminhos, incentivou ao esporte para construir sociedade, educação e coletividade, além de inserir o adolescente no mercado de trabalho, mais preparado com o programa Jovem Aprendiz, que auxilia na aprendizagem de línguas estrangeiras, promove o transporte, alimentação, reforço escolar, uniforme completo a alunos carentes e o acesso a brincadeiras e atividades físicas, e tudo isso na área de lazer da subestação de Foz de Iguaçu – Paraná, com uma equipe de professores, educadores, psicólogos, mobilizadores de Furnas e a equipe de apoio da Sociedade Civil Nossa Senhora de Aparecida (FURNAS, 2021).

A mais de 20 anos disponibilizou um curso de cuidador totalmente gratuito, com material didático e capacitação, para competentes cuidados de idosos, adultos, crianças e pessoas com deficiência (FURNAS, 2021).

E visando contribuir com desenvolvimento artístico e cultural, Furnas em convênio com o Instituto Ciranda – Música e Cidadania, em um período de 24 meses no contraturno escolar, o instituto ministrou aulas de história da música, teoria musical, flauta transversal, clarinete, trompete, percussão, saxofone e prática musical coletiva com ensaio de repertório e técnica instrumental para flauta doce (FURNAS, 2021).

2.6. Sustentabilidade

Para assegurar o compromisso com o desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira, Furnas presta conta e se responsabiliza por alterações que possa causar na economia, sociedade e no meio ambiente, aumentando as ações que tenham causado alterações positivas e reduzindo as ações de resultados negativos nas alterações. Exerce gestão com transparência, transmitindo valores de honestidade, comportamento ético, equidade, integridade e respeito, respeitando as normas internacionais de comportamento e validando os interesses e preocupações de todas as partes interessadas, validando a inclusão social (FURNAS, 2021).

Por meio do método de análise corporativa da performance, conhecido como Índice de Sustentabilidade Empresarial, a empresa busca eficiência econômica, justiça social, equilíbrio ambiental, governança corporativa, pesquisa outras empresas e grupos que também estejam envolvidas com a sustentabilidade, para se diferenciar do concorrente e manter a competitividade e qualidade do negócio. E por meio de gráficos e tabela, analisa a evolução da empresa em desempenho de confiabilidade, qualidade do produto, investimento, investimento social privado, conservação de energia, geração de energia, panes elétricos, capacitação de fornecedores, confiabilidade de recebimento, conservação de energia, aperfeiçoamento na infraestrutura do país, acessibilidade no preço da energia, conservação da biodiversidade, entre outros. Como no modelo de criação de valor logo abaixo (FURNAS, 2021):

Figura 13: Modelo de criação de valor



Fonte: Adaptada de (FURNAS, 2021).

E para exercer a inclusão social e garantir a validação dos interesses e preocupações de todas as partes interessadas, a empresa publicou anualmente o Balanço Social. Esse boleto apresenta informações detalhadas do uso racional de energia, conservação de energia, preservação do meio ambiente, responsabilidade social corporativa, cidadania empresarial, projetos sociais com incentivo a cultura, esportes e a educação, e a atuação voluntária que os empregados exercem em parceria com a empresa, ou seja, esse boleto apresenta ações, projetos e iniciativas da empresa (FURNAS, 2021).

Outro método para inclusão social e consideração aos interesses de todas as partes, a empresa firmou compromisso com diversos movimentos da sociedade, como:

- Compromisso Contra a Exploração Sexual de Crianças e Adolescente: para enfrentar e erradicar a exploração sexual de crianças e adolescentes, mobilizando o governo, organizações e empresas (FURNAS, 2021);
- Compromisso Mudanças Climáticas: para adotar medidas de gerenciamento e estratégica, que reduzam as emissões de gases de efeito estufa que são geradas pelas ações das empresas do grupo (FURNAS, 2021);
- Empoderamento das Mulheres: que visa a equidade de gênero e o empoderamento feminino (FURNAS, 2021);

- d) Equidade é Prioridade: para aumentar vagas femininas nas empresas integrantes do Pacto Global (FURNAS, 2021);
- e) GHG Protocol: é uma ferramenta que foi desenvolvida pela World Business Council for Sustainable Development e World Resources Institute para promover nas empresas a medição e gestão de emissões de gases de efeito estufa que são geradas nas atividades das empresas (FURNAS, 2021);
- f) International Hydropower Association: organização sem fins lucrativos e de ação global, para assegurar o crescente atendimento de hidrelétricas em água e energia, no mundo todo (FURNAS, 2021);
- g) Norma ISO 26000: para que as organizações melhorem o desempenho de responsabilidade social (FURNAS, 2021);
- h) ODS: os chefes de Estado, Governo e representantes de organizações das Nações Unidas, criaram a Agenda 2030, que visa erradicar a pobreza e promover vida digna a todos mundialmente (FURNAS, 2021);
- i) Pacto Global: para mobilizar a comunidade empresarial internacional a adotar valores fundamentais e internacionalmente aceitos nas áreas de combate a corrupção, relações de trabalho, meio ambiente e direitos humanos (FURNAS, 2021);
- j) Programa Empresa Amiga da Criança: para erradicar o trabalho infantil e proteger os direitos da criança e do adolescente (FURNAS, 2021);
- k) Programa Pró Equidade de Gênero e Raça: para apoiar justiça contra atos racistas e de atos contra a equidade de gênero, promovendo a igualdade e justiça (FURNAS, 2021);

Em parceria com o Centro Brasileiro de Defesa dos Direitos da Criança e do Adolescente, a empresa Furnas disponibiliza regularmente, o documento Estatuto da Criança e do Adolescente, sempre atualizado e digitalizado. E a empresa agregou um compromisso empresarial brasileiro para promover a biodiversidade e outros programas, como o Programa de Comunicação Social para realização de visitas informativas, distribuição de material informativo, realizar visitas ao empreendimento e campanhas com palestras, teatros, atividades lúdicas, dentre outros programas (FURNAS, 2021).

2.7 Novos Projetos

No dia 17 de junho, Furnas assinou parceria com a Alago, para que juntos realizassem a regularização do uso de áreas em torno do reservatório de água da usina de Furnas e fosse exercido a fiscalização de ações, para garantir segurança jurídica e prosperidade aos municípios

por haver um protocolo que permite ter uma visão geral do que pode ser realizado em volta da área, abrindo maior possibilidade de uso múltiplo. E ainda, o Presidente de Furnas divulgou planos de aplicar a renovação das balsas e investimentos, para os municípios do Sul de Minas Gerais (ALAGO, 2021; FURNAS, 2021).

Atualmente, Furnas continua 10 projetos em andamento:

- a) Análise de risco: para visualizar diferentes cenários de risco em diversos empreendimentos de geração e transmissão de energia (FURNAS, 2021);
- b) Armazenamento de Energia: para suprir a demanda em situações de intermitência, agindo na redução de emissão de gases de efeito estufa, inovação em modelos de comercialização de energia elétrica, transmissão e distribuição, atender a demanda da geração de energia em horário de pico e adiar investimentos em geração de energia (FURNAS, 2021);
- c) Automação de Processos e Inclusão de Novas Tecnologias na Operação: para implantar tecnologia inteligente nas áreas de geração e transmissão de energia elétrica (FURNAS, 2021);
- d) Barcaças Elétricas: com o objetivo final de substituir a motorização em embarcações convencionais a Diesel, pretende-se desenvolver a propulsão elétrica a diesel. Testando protótipos de embarcações com tração elétrica híbrida em transportes de passageiros ou de cargas em reservatórios das usinas de Furnas (FURNAS, 2021);
- e) Bioengenharia: para aprimorar o desenvolvimento de técnicas inovadoras de bioengenharia de solos. Com a elaboração de um Manual Técnico de Aplicação de Métodos de Bioengenharia de Solos, que determina qual é o melhor método a ser utilizado sob condição do processo da erosão de talude de corte ou de margem da hidrelétrica (FURNAS, 2021);
- f) Brams: sistema meteorológico que prevê desempenho de sistemas eólicos e estabilidade de encostas, fornecendo uma simulação com maior realismo. E com isso, possibilita um aperfeiçoamento contínuo e integrações conforme ocorre o aperfeiçoamento.
- g) Conversor de Ondas: para instalação de um protótipo Conversor Offshore fora da linha costeira, com potência de 20 GW, sem depender da faixa costeira ou equipamento portuário, para geração de eletricidade por meio das ondas do mar (FURNAS, 2021);
- h) Erosões: para estudar os processos erosivos ao redor dos reservatórios em três hidrelétricas, com o objetivo de aprimorar o controle de qualidade dos processos desde o projeto até a operação, desenvolvendo tecnologia de baixo custo para manutenção de barragens de qualquer porte, reduzir os custos de preservação e ampliar a vida útil dos ativos (FURNAS, 2021);

- i) Geração Solar Fotovoltaica: para a inserção da geração de energia solar fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira. E para isso, com apoio de parcerias Furnas preparou muitos profissionais para elaborar projetos, analisar viabilidade técnica e econômica, aquisição e especificação de equipamentos. Promove desenvolvimento de software para análise vocacional das regiões brasileiras, para melhor instalação das usinas solares. Realiza intercâmbio com instituições internacionais de especialidade nessa área, utilizou técnicas com inovação de nível mundial desenvolveu uma caixa de junção inteligente e publicou um livro chamado Usina Fotovoltaica Jaíba Solar – Planejamento e Engenharia (FURNAS, 2021).
- j) Ônibus Elétricos: para substituir os veículos de condução pública que poluem o meio ambiente com os gases provenientes da queima de combustível, por veículos elétricos. Esse projeto estuda aplicar o sistema de tração 100% elétrica em novos ônibus ou usados (FURNAS, 2021);
- k) Rede TIB: desenvolvimento de procedimentos e ensaios não destrutivos, para aplicações em estruturas e componentes de aerogeradores, com o intuito de prever a vida útil de equipamentos e programar ações que aumentem a vida útil, proporcionando maior segurança, confiabilidade, vida útil, sustentabilidade e eficiência, nas operações industriais de geração de energia eólica (FURNAS, 2021);
- l) Resíduos Sólidos Urbanos: com a implantação de planta experimental de geração de energia elétrica por meio de análise química/ física do resíduo sólido urbano e reator químico, visa diminuir custos em investimento em transmissão e distribuição, e atender a demanda de energia local ou regional, por meio do sistema interligado (FURNAS, 2021);
- m) Turbina Eólica Vertical: para geração de energia eólica com ventos de baixa intensidade (FURNAS, 2021);

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a chegada da usina hidrelétrica ocasionou a inundação de algumas cidades da região como Guapé, que na seca foi possível recuperar monumentos históricos. A hidrelétrica de Furnas além de gerar energia faz um excelente trabalho com as populações locais disponibilizando apoio em infraestrutura, esportes, saúde e escolas, além de diversas parcerias com outros institutos para treinar a população local por meio do jovem aprendiz a fim de preparar os adolescentes para o mercado de trabalho. E com excelente gestão da empresa, se preocupam com a sustentabilidade ecológica e fazem projetos e parcerias nacionais e internacionais para desenvolver novas tecnologias para preservar o meio ambiente (FURNAS, 2021).

Atualmente (2021), Furnas atua em 15 estados e inclusive no Distrito Federal, tem 21 usinas hidrelétricas atuando com potência de 17.765,99 MW, 2 termelétricas com potência de 375 MW e 1 complexo eólico com potência de 123 MW, totalizando uma capacidade de 18.263,99 MW de geração instalada por Furnas (FURNAS, 2021).

São cerca de 72 subestações, atuando com capacidade de transformação de 131.609,65 MVA e com 34.995,13 Km de linhas de transmissão. Possui cerca de 97% da capacidade em fontes de energia limpa, por meio de fonte hidráulica que faz o aproveitamento da energia potencial do movimento que é gerada na força da água dos rios, através de desníveis naturais ou por barragens, onde a força da água movimentam as turbinas, e as turbinas ao entrar em movimento, também movimentam os geradores elétricos, gerando a eletricidade que logo são conduzidas por fios condutores. Sendo assim, a maior fonte de energia elétrica do Brasil (FURNAS, 2021).

Apesar da crise hídrica, Furnas continuou sendo referência no setor elétrico brasileiro e é uma das empresas que mais faz investimento em novas tecnologias. Com tudo, continuou estudando novos projetos para suprir o abastecimento elétrico. E diante disso, apresentou 4 novas subestações, sendo uma no Paraná, uma no Mato Grosso e duas em São Paulo. 38 novos parques eólicos que abordam o litoral do país, exatamente em três estados: Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia. 3 novas linhas de transmissão no estado de São Paulo e 1 linha de transmissão entre São Paulo e o Paraná (FURNAS, 2021).

E de acordo com o Governador de Minas Gerais, a Alago estipulou novas regras para melhorar o nível de água do lago de Furnas e do lago de Peixoto. E devido a pouca ocorrência de chuva, a vazão foi reduzida para que o reservatório de água tivesse uma recuperação acelerada e a nova cota fosse implementada (ALAGO, 2021).

REFERÊNCIAS

ALAGO: A ALAGO – Associação dos Municípios do Lago de Furnas – é constituída por 52 municípios, 2021. Disponível em: Alago Acesso em: 26 de outubro de 2021.

ALAGO: Nascente de Furnas, 2021. Disponível em: Alago Acesso em: 26 de outubro de 2021.

ALAGO: Presidente de Furnas anuncia renovação das baldas e investimentos para municípios no Sul de Minas, 2021. Disponível em: Alago Acesso em: 26 de outubro de 2021.

ALAGO: Pronunciamento do Governador de Minas Gerais, Romeu Zema, sobre o nível de água do lago de Furnas, 2021. Disponível em: Alago Acesso em: 26 de outubro de 2021.

ALAGO: Saneamento Básico Ambiental, 2021. Disponível em: Alago Acesso em: 26 de outubro de 2021.

ALMEIDA, Laura Thebit de et al. **Aspectos morfométricos relacionados ao estudo de enchentes na bacia do Rio Sapucaí, Minas Gerais**. Março de 2017. Disponível em: 4327-Texto do Artigo-17734-1-10-20170825.pdf_Acesso em: 6 de outubro de 2021.

ALMEIDA, Roberto Alves; VIANA, Augusto Nelson Carvalho; ALVES, Ana Sofia Viana. **Impacto do deplecionamento de reservatórios de regularização no setor de turismo em Municípios Lindeiros: O caso do reservatório de furnas**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - MINAS GERAIS. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/19/12f7306e9e915e25a93e6e877074f4ef_5054e7a6369fe03369d1400b48e24a86.pdf . Acesso em: 20 de abril de 2021.

ALVES, Oswaldo Marques. **As barragens e o Patrimônio de Comunidades Afogadas: Estudo comparativo de Vilarinho da Furna e Guapé**, Setembro de 2015. Disponível em: 37068.pdf (up.pt)_Acesso em: 07 de outubro de 2021.

BACUARU, Rodrigo Moreira et al. UNIVASF: **Sistema Eletrônico para Controle do Nível de Água em Reservatórios**. Disponível em: Instruções aos Autores de Contribuições para o SIBGRAPI (univasf.edu.br)_Acesso em: 20 de setembro de 2021.

BLOCK, Maiquel. **HIDROENERGIA: Tipos de Turbinas Hidráulicas: Conheça os principais modelos**, 2021. Tipos de Turbinas Hidráulicas: Conheça os principais modelos | Hidroenergia Engenharia e Automação Acesso em: 28 de outubro de 2021.

BOCK, Maiquel. **Tipos de turbinas hidráulicas: Conheça os principais modelos**. 21 de junho de 2018. Disponível em: Tipos de Turbinas Hidráulicas: Conheça os principais modelos | Hidroenergia Engenharia e Automação_Acesso em: 06 de outubro de 2021.

BUBA, Homero; ARAUJO, Anderson Nascimento; FREITAS, Camila. Associação Brasileira de Recursos Hídricos: **IMPACTOS DA HIPÓTESE DE VOLUME ÚTIL NULO NA OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS**. Disponível em: artigo.abrh2013_vfinal (amazonaws.com)_. Acesso em: 20 de maio de 2021.

CAMARA DOS DEPUTADOS. **Cancelado debate sobre crise hidroenergética**, 27 de setembro de 2021. Disponível em: Cancelado debate sobre crise hidroenergética - Notícias - Portal da Câmara dos Deputados (camara.leg.br) Acesso em: 25 de outubro de 2021.

CAVALCANTI, Marco. **Cientistas da UFU ajudam a avaliar riscos de extinção de espécies na Bacia do Rio Doce**, 17 de Setembro de 2021. Disponível em: Cientistas da UFU ajudam a avaliar riscos de extinção de espécies na Bacia do Rio Doce | comunica.ufu.br Acesso em: 18 de outubro de 2021.

CUTRIM, Alterêdo Oliveira; CAMPOS, José Eloi Guimarães. Artigo científico. **Avaliação da vulnerabilidade e perigo à contaminação do aquífero Furnas na cidade de Rondonópolis (MT) com aplicação dos métodos God e Posh**. UNESP, 2010. Disponível: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/7145>_Acesso em: 20 de abril de 2021.

DANTAS, M. F. Artigo científico: **Avaliação do nível de água do reservatório de Furnas nos anos de 2013 e 2014** Embrapa Café - Artigo em anais de congresso

(ALICE).EMBRAPA CAFÉ - ARTIGO EM ANAIS DE CONGRESSO (ALICE), 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1041257> Acesso em: 20 de abril de 2021

EDUARDO, Carlos. Repositório da Produção Científica e Intelectual da Unicamp: **Contribuições para integração do planejamento dos recursos hídricos com planos diretores municipais: região Lago de Furnas**, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/334345> Acesso em: 20 de maio de 2021.

EPTV, G1 Sul de Minas: **Grupo com quase 200 mil membros mobiliza autoridades para retorno das águas de Furnas**, 29 de fevereiro de 2021. Disponível em: Grupo com quase 200 mil membros mobiliza autoridades para retorno das águas de Furnas | Sul de Minas | G1 (globo.com) Acesso em: 28 de outubro de 2021.

FARIA, Caroline. **Usina Hidrelétrica**. Disponível em: Usina Hidrelétrica - InfoEscola Acesso em: 06 de outubro de 2021.

FURNAS. **Reservatórios do sistema Furnas**, 19 de outubro de 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Reservatórios do Sistema FURNAS Acesso em: 20 de outubro de 2021.

FURNAS. **Subestações**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Subestações Acesso em: 25 de outubro de 2021.

FURNAS. **Transmissão**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Transmissão Acesso em: 25 de outubro de 2021.

FURNAS: **Adesões e compromissos**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Adesões e compromissos Acesso em: 28 de outubro de 2021.

FURNAS: **Como geramos valor**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Como geramos valor Acesso em: 28 de outubro de 2021.

FURNAS: **Cuidados com linhas de transmissão**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Cuidados com linhas de transmissão Acesso em: 25 de outubro de 2021

FURNAS: **Energia limpa**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Energia limpa Acesso em: 28 de outubro de 2021.

FURNAS: **FURNAS e Alago firmam parceria para regularizar uso de áreas no reservatório da usina de Furnas**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - FURNAS e Alago firmam parceria para regularizar uso de áreas no reservatório da usina de Furnas Acesso em: 26 de outubro de 2021.

FURNAS: **Inovação**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas – Inovação Acesso em: 27 de outubro de 2021.

FURNAS: **Institucional**, 2021 Disponível em: Eletrobras Furnas - Institucional Acesso em: 27 de outubro de 2021

FURNAS: **Mapa**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas – Mapa Acesso em: 27 de outubro de 2021.

FURNAS: **Meio ambiente**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Meio ambiente Acesso em: 28 de outubro de 2021.

FURNAS: **Novos projetos**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Novos projetos Acesso em: 27 de outubro de 2021.

FURNAS: **Números do sistema**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Números do sistema Acesso em: 27 de outubro de 2021.

FURNAS: **Política de Investimento Social de Furnas**, 2021. Disponível em: 182-sub-1074554181-Política de Investimento Social de Furnas.pdf Acesso em: 26 de outubro de 2021.

FURNAS: **Política de Responsabilidade Social**, 2021. Disponível em: PoliticadeResponsabilidadeSocial_2021 (furnas.com.br) Acesso em: 26 de outubro de 2021.

FURNAS: **Política de Responsabilidade Social**, 2021. Disponível em: 182-sub-134565888-Política de Responsabilidade Social 3.0- DEL 237.2018.pdf (furnas.com.br) Acesso em: 26 de outubro de 2021.

FURNAS: **Prestação de contas**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Prestação de contas Acesso em: 28 de outubro de 2021.

FURNAS: **Programas educacionais**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Programas educacionais Acesso em: 26 de outubro de 2021.

FURNAS: **Programas sociais**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Programas sociais Acesso em: 26 de outubro de 2021.

FURNAS: **Projeto patrocinado por FURNAS lança o livro "Um Caminho para a Mata Atlântica"**, 2021. Disponível em: FURNAS - Projeto patrocinado por FURNAS lança o livro "Um Caminho para a Mata Atlântica" Acesso em: 11 de abril de 2021.

FURNAS: **Relacionamento com as comunidades**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Relacionamento com as comunidades Acesso em: 26 de outubro de 2021.

FURNAS: **Relatório de sustentabilidade**, 20 de setembro de 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Relatório de sustentabilidade Acesso em: 28 de outubro de 2021.

FURNAS: **Responsabilidade social**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Responsabilidade social Acesso em: 26 de outubro de 2021.

FURNAS: **Sustentabilidade para FURNAS**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Sustentabilidade para FURNAS Acesso em: 28 de outubro de 2021.

FURNAS: **Usina de Furnas**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Usina de Furnas - 1.216 MW Acesso em: 22 de outubro de 2021.

FURNAS: **Voluntários**, 2021. Disponível em: Eletrobras Furnas - Voluntários Acesso em: 26 de outubro de 2021.

G1. Sul de Minas EPTV: **Nível de Furnas continua abaixo da cota mínima mesmo após Resolução da Agência Nacional das Águas**, 2021. Disponível em: Nível de Furnas continua abaixo da cota mínima mesmo após Resolução da Agência Nacional das Águas | Sul de Minas | G1 (globo.com) Acesso em: 12 de maio de 2021.

GODOY, Marcos Jorge. **A reestruturação produtiva e territorial nos municípios de pequeno porte do entorno do Lago de Furnas (MG): (re)funcionalização, transformações e novas dinâmicas**, 2017. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/24414> Acesso em: 20 de abril de 2021.

GODOY, Marcos Jorge; SOBRINHO, Fernando Araujo. **Os usos múltiplos das águas do lago reservatório de Furnas, Minas Gerais: turismo, geração de energia elétrica e conflitos**. Disponível em: 13367 (2).pdf Acesso em: 20 de setembro de 2021.

GOMIDE, L. S. G. Palestra no Clube de Engenharia, Rio de Janeiro, 02 de julho de 2013, 2013. (apresentação oral). Comprovado no Livro Projeto de Usinas Hidrelétricas, por: PEREIRA, Geraldo Magela. Acesso em: 04 de abril de 2021.

GONÇALVES, T. G; MACIEL, D. A; ALVES, VOLPATO, M. M. L; VIEIRA, T. G. C. HELERBROCK, Me. Rafael . Brasil Escola: **Usinas de eletricidade**, 2021. Disponível em: Usinas de eletricidade: como funcionam, tipos e no Brasil - Brasil Escola (uol.com.br) Acesso em: 25 de outubro de 2021.

IBAMA. **Acidentes ambientais 2006 e 2007**. 2008. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/phocadownload/emergenciasambientais/relatorios/2007-2006-ibama-relatorio-acidentes-ambientais.pdf> Acesso em: 20 de maio de 2021.

IBAMA. **Acidentes ambientais 2006 e 2007**. 2008. Disponível em: Relatório acidentes 2006 e 2007 (ibama.gov.br) Acesso em: 20 de maio de 2021.

ITAIPU, Perguntas frequentes: A usina chinesa de Três Gargantas é maior que a usina de Itaipu? 2021. Disponível em: PERGUNTAS FREQUENTES | ITAIPU BINACIONAL Acesso em: 22 de outubro de 2021

JÚNIOR, Ribeiro; UBERTO, Leopoldo. **Aprimoramento de um instrumento de gestão para operação de reservatórios hidrelétricos com usos múltiplos sob condições de mudanças climáticas: estudo de caso UHE de Furnas**. UNICAMP, 2013. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/257918> Acesso em: 20 de abril de 2021.

LAURIANO, André. William. **ESTUDO DE RUPTURA DA BARRAGEM DE FUNIL: COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS FLDWAV E HEC-RAS**, 2009. Disponível em: 656M.PDF (ufmg.br) Acesso em: 28 de outubro de 2021.

LEMOS JÚNIOR, Clésio Barbosa Júnior. **A implantação da Usina Hidrelétrica de Furnas (MG) e suas repercussões = estudo sobre a territorialização de políticas públicas**. UNICAMP, 2010. Disponível: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/287129> Acesso em: 20 de abril de 2021.

MARTINS, Marcos Lobato. **LABOR E ENGENHO: Significados do “Mar de Minas”: percepções dos moradores de Alfenas e Fama relativas ao lago de Furnas (1963-1999)**. 2011. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/view/96> Acesso em: 20 de maio de 2021.

MATTOS, Roberto; CORRÊA, Adriana Santos Peixoto; GARCIA, Rodrigo Raphul Azevedo. **Gestão dos recursos hídricos, através de unidades de gestão, o caso da associação dos municípios do lado de Furnas – Alago**. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP. Disponível em: <http://www.seeds.usp.br/pir/arquivos/congressos/CBPE2004/Artigos/GEST%C3O%20DOS%20RECURSOS%20H%C3%9CDRICOS,%20ATRAV%C9S%20DE%20UNIDADES%20DE%20GEST%C3O.pdf> Acesso em: 20 de abril de 2021.

MELO, Alexandre Vaz de. **Análise de risco aplicadas a barragens de terra e enrocamento**, 28 de fevereiro de 2014. Disponível em: Microsoft Word - Melo, 2014 (ufmg.br) Acesso em: 18 de outubro de 2021.

MG Sul Engenharia, **Talude: conceito, tipos e importância para a construção civil.**

Disponível em: Talude: conceito, tipos e importância para construção civil

(mgsulengenharia.com.br)_Acesso em: 18 de outubro de 2021.

MORAIS, Luciano Cardoso de. **Estudo sobre o panorama da energia elétrica no Brasil e**

tendências futuras. 03 de junho de 2015. Disponível em: Estudo sobre o panorama da

energia elétrica no Brasil e tendências futuras (unesp.br)_Acesso em: 07 de outubro de 2021.

MOREIRA, Michel Castro; SILVA, Demetrius David da; **Atlas hidrológico da bacia**

hidrográfica do Rio Grande. UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA – UFBA. 2010.

Disponível em: Atlas hidrológico da bacia hidrográfica do Rio Grande.pdf

(terrabilis.org.br)_Acesso em: 06 de outubro de 2021.

MOUTINHO, Wilson Teixeira. Cola da Web: **Geografia do Brasil: Rio São Francisco,**

2021. Disponível em: Rio São Francisco: história, características, importância - Cola da Web

Acesso em: 25 de outubro de 2021.

NETO, João Pimenta Freire. **Estudo da Liquefação Estática em Rejeitos e Aplicação de**

Metodologia de Análise de Estabilidade, fevereiro de 2009. Disponível em: (Microsoft

Word - Disserta\347\343o Joao Pimenta Freire Neto.doc) (ufop.br)_Acesso em: 18 de

outubro de 2021.

NOZAKI, William. Inep: **A crise hidroenergética para além de suas causas naturais,** 20

de junho de 2021. Disponível em: A crise hidroenergética para além de suas causas naturais

(ineep.org.br) Acesso em: 25 de outubro de 2021.

O TEMPO. **ANA determina níveis mínimos de 15% para dois reservatórios em Minas**

Gerais, 16 de junho de 2021. Disponível em: ANA determina níveis mínimos de 15% para

dois reservatórios de Minas Gerais | O TEMPO Acesso em: 25 de outubro de 2021.

OLIVEIRA, Júlia de Azevedo. **Impactos Socioambientais Provocados Pelo rompimento**
de Barragens de Contenção de Rejeitos de Mineração no Estado de Minas Gerais.

Dezembro de 2019. Disponível em: IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS PROVOCADOS

PELO ROMPIMENTO DE BARRAGENS DE CONTENÇÃO DE REJEITOS DE

MINERAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS - Campus Três Rios | UFRRJ_Acesso em: 18 de outubro de 2021.

PAIXÃO, Maricene Menezes de Oliveira Mattos et al. Repositório Institucional da UFOP: **A Condição de Exploração de Água Subterrânea em Minas Gerais à Luz dos Critérios da Deliberação**, 2019. Disponível em: REPOSITORIO INSTITUCIONAL DA UFOP: A condição de exploração de água subterrânea em Minas Gerais à luz dos critérios da deliberação normativa conjunta COPAM-CERH 05/2017._Acesso em: 20 de maio de 2021.

PASSARINHO, Nathalia. BBC News Brasil em Londres: **Tragédia com barragem da vale em Brumadinho pode ser a pior no mundo em 3 décadas**, 29 de janeiro de 2019. Disponível em: 125121170719.pdf (rrdm.net.br)_Acesso em: 20 de setembro de 2021.

PEREIRA, Geraldo Magela. **Projeto de Usinas Hidrelétricas: passo a passo**, 29 de maio de 2015. Disponível em: https://www.amazon.com.br/Projeto-Usinas-Hidrel%C3%A9tricas-Passo/dp/8579751624/ref=sr_1_2?dchild=1&qid=1596734090&refinements=p_27%3AGeraldo+Magela+Pereira&s=books&sr=1-2&text=Geraldo+Magela+Pereira_Acesso em: 06 de agosto de 2020.

PINHO, Evandro Rafael. **Produção de Energia Elétrica Sustentável a partir do Fluxo de água do Arroio Dilúvio**, 2017. Disponível em: <https://www.politecnica.pucrs.br/conclusao/files/20172-evandro-rafael-pinho-VOLUME2625.pdf>_Acesso em: 06 de agosto de 2020.

PORTAL SOLAR: **Fontes de energias renováveis: Tudo o que você precisa saber**, 2021. Disponível em: Fontes de Energia Renováveis: Tudo o que você precisa saber | Portal Solar - Tudo Sobre Energia Solar Fotovoltaica_Acesso em: 22 de outubro de 2021.

PORTAL SOLAR: **Usina solar no Brasil**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/usina-solar.html>_Acesso em: 06 de agosto de 2020.

RIBEIRO JÚNIOR, Leopoldo Uberto et al. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ, ITAJUBÁ - MINAS GERAIS. **Contribuições Metodológicas visando a outorga do uso de recursos hídricos para geração hidrelétrica**. Disponível em: A metodologia desenvolvida

a seguir, visa modificar a operação do sistema elétrico brasileiro, (usp.br)_Acesso em: 20 de abril de 2021.

RIBEIRO, **Eficientização e Gerenciamento do Uso de Energia Elétrica em Perímetros Irrigados**, 2008. Disponível em: Microsoft Word - TESE MARCOS CALDEIRA RIBEIRO_corrigido2_EDIR.doc (ufv.br)_Acesso em: 22 de outubro de 2021.

ROCHA, Thales Santos; JÚNIOR, Dalmo Cardoso da Silva. **Matriz Elétrica Brasileira e o Processo de Adesão ao Mercado Livre de Energia**. Disponível em: <https://seer.cesjf.br/index.php/eletrica/article/download/2959/1999>_Acesso em: 19 de outubro de 2021.

SANTOS, Afonso Henriques Moreira et al. Artigo científico: **A exploração de reservatório e os comitês de bacia: Uma análise prospectiva para o caso da UHE de Furnas**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ, ITAJUBÁ - MINAS GERAIS. Disponível em: <http://www.ixconsult.com.br/artigos/2003-1.pdf>_. Acesso em: 20 de abril de 2021.

SANTOS, Clibson. **Nível do lago Furnas depende da “saída” de água na hidrelétrica, aponta docente da UNIFAL-MG**, 08 de janeiro. Disponível em: Nível do Lago de Furnas depende da "saída" de água na hidrelétrica, aponta docente da UNIFAL-MG - YouTube(Apresentação oral) Acesso em: 06 de outubro de 2021.

SANTOS, Evandro Luis dos; HENKES, Jairo Afonso. **Uma avaliação da implantação de uma divisão de atividade aérea na usina hidrelétrica de Itaipu**, abril de 2021. Disponível em: Vista do UMA AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA DIVISÃO DE ATIVIDADE AÉREA NA USINA HIDRELÉTRICA DE ITAIPU | Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas (emnuvens.com.br)_Acesso em: 19 de outubro de 2021.

SILVA, Juliana da. **Segurança de Barragens com Base em Sistema de Inspeção e Monitoramento de Instrumento**, 29 de novembro de 2016. Disponível em: Segurança de Barragens com Base em Sistema de Inspeção e Monitoramento de Instrumentação (ufsc.br) Acesso em: 28 de outubro de 2021.

SILVA, Kelvin; SANTOS, Caovila; LATUF, Marcelo de Oliveira. **Monitoramento do nível do lago de Furnas entre Alfenas e Areado, Sul de Minas Gerais, no período de estiagem de 2017**. Acesso em: 20 de abril de 2021. Disponível em: [Monitoramento-do-nivel-do-lago-de-Furnas-entre-Alfenas-e-Areado-Sul-de-Minas-Gerais-no-periodo-de-estiagem-de-2017.pdf \(researchgate.net\)](#)_Acesso em: 20 de abril de 2021

SILVA, Lara. G1 Sul de Minas: **Volume útil da Represa de Furnas é o menor de 2021 e o pior para um mês de setembro desde o 'apagão', há 20 anos**, 27 de setembro de 2021. Disponível em: [Volume útil da Represa de Furnas é o menor de 2021 e o pior para um mês de setembro desde o 'apagão', há 20 anos | Sul de Minas | G1 \(globo.com\)](#) Acesso em: 20 de outubro de 2021.

SILVA, Samantha. G1 Sul de Minas: **Moradores revivem passado com baixa do Lago de Furnas em MG**. 2014. Disponível em: [G1 - Moradores revivem passado com baixa do Lago de Furnas em MG - notícias em Sul de Minas \(globo.com\)](#) Acesso em: 27 de maio de 2021

SOARES, Leo. **Como se formou o Lago de Furnas e o que aconteceu em Guapé**, 2021. Disponível em: [Como se formou o Lago de Furnas e o que aconteceu em Guapé | Guapé.com.br \(guape.com.br\)](#) Acesso em: 28 de outubro de 2021.

SOARES, Lucas. EPTV Sul de Minas: **Usina hidrelétrica de Minas dobra geração de energia nos primeiros meses de 2019**. 08 de agosto de 2019. Disponível em: [Usina Hidrelétrica de Furnas dobra geração de energia nos primeiros meses de 2019 | Sul de Minas | G1 \(globo.com\)](#)_Acesso em: 10 de outubro de 2021.

TARDELLI ENGENHARIA. **Faixas de Servidão**, 2021. Disponível em: [Faixas de Servidão — Tardelli Engenharia](#) Acesso em: 25 de outubro de 2021.

UNICAMP, **Hidráulica Aplicada**, 2021. Disponível em: [eng23.pdf \(unicamp.br\)](#)_Acesso em: 19 de outubro de 2021.

UNIFAL-MG, **Agência Nacional de Águas estabelece cota mínima de 15% para o lago de Furnas até novembro; professor da UNIFAL-MG comenta a determinação**, 10 de junho de 2021. Disponível em: [Agência Nacional de Águas estabelece cota mínima de 15%](#)

para o lago de Furnas até novembro; professor da UNIFAL-MG comenta a determinação – Universidade Federal de Alfenas. Acesso em: 22 de outubro de 2021.

UNIFAL-MG, Nível de água do lago de Furnas depende da “saída” de água na hidrelétrica, aponta docente da UNIFAL-MG, 08 de janeiro de 2021. Disponível em: Nível do Lago de Furnas depende da "saída" de água na hidrelétrica, aponta docente da UNIFAL-MG - YouTube (Apresentação oral) Acesso em: 06 de outubro de 2021.

VIEIRA, Emanuel Fonseca; CARVALHO, Beatriz Barbosa de. **Grandes projetos hidrelétricos: considerações sobre o entorno do Lago de Furnas e as áreas inundadas no município de Alfenas**, 2010. Disponível em: bia e emanuel.pdf (unifal-mg.edu.br). Acesso em: 25 de outubro de 2021.