

EDER JOMAR PEREIRA DA SILVA

**REATIVAÇÃO DE UMA CENTRAL GERADORA DE
ENERGIA ELÉTRICA - ESTUDO DA VIABILIDADE
ECONÔMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso MBA em Executivo em Administração: Setor Elétrico, de Pós-Graduação *lato sensu*, Nível de Especialização, da FGV/IDE como pré-requisito para a obtenção do título de Especialista.

Orientador: Andriei José Beber, Dr.

**CURITIBA
2019**

EDER JOMAR PEREIRA DA SILVA

REATIVAÇÃO DE UMA CENTRAL GERADORA DE ENERGIA ELÉTRICA - ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA

Andriei José Beber, Dr.

Orientador

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso MBA em Executivo em Administração: Setor Elétrico de Pós-Graduação *lato sensu*, Nível de Especialização, do Programa FGV Management como pré-requisito para a obtenção do título de Especialista TURMA MBA-SE 1/2017

CURITIBA
2019

O Trabalho de Conclusão de Curso

REATIVAÇÃO DE UMA CENTRAL GERADORA DE ENERGIA
ELÉTRICA – ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA

Elaborado por Eder Jomar Pereira da Silva e aprovado pela Coordenação Acadêmica, foi aceito como pré-requisito para a obtenção Curso de Pós-Graduação *lato sensu*, Nível de Especialização, do Programa FGV Management, MBA em Executivo em Administração: Setor Elétrico

Data da aprovação: _____ de _____ de _____

Coordenador Acadêmico
Prof. Fabiano Simões Coelho, Ph.D.

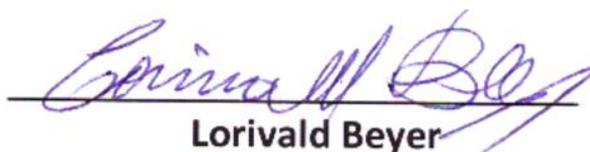
Professor orientador
Prof. Andriei José Beber, Dr.

DECLARAÇÃO

A Empresa Ceesam, representada neste documento pelo S.r. Lorivald Beyer, (cargo) Diretor Presidente, autoriza a divulgação de informações e dados coletados em sua organização, na elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado:

REATIVAÇÃO DE UMA CENTRAL GERADORA DE ENERGIA ELÉTRICA – ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA realizado pelo aluno Eder Jomar Pereira da Silva, do Curso de Pós-Graduação *lato sensu*, Nível de Especialização do programa FGV Management, com objetivos de publicação e / ou divulgação em veículos acadêmicos.

Curitiba, 04 de novembro de 2019.



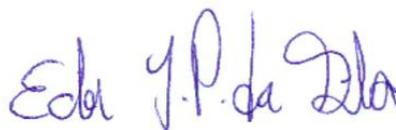
Lorivald Beyer

Diretor Presidente
CEESAM

TERMO DE COMPROMISSO

O aluno Eder Jomar Pereira da Silva, abaixo-assinado, do Curso MBA do Setor Elétrico do Programa FGV Management, realizado nas dependências da instituição conveniada ISAE, no período de outubro de 2017 a setembro de 2019, declara que o conteúdo do trabalho de conclusão de curso intitulado: Reativação de uma Central Geradora de Energia Elétrica - estudo da viabilidade econômica, é autêntico, original, e de sua autoria exclusiva.

Curitiba, 04 de novembro de 2019.



Eder Jomar Pereira Da Silva

Sumário

1	INTRODUÇÃO	8
2	MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA.....	10
3	ESTUDO DE CASO: CGH SUBIDA.....	14
3.1	HISTÓRICO DE ESTRUTURAS EXISTENTES	20
3.2	DADOS UTILIZADOS E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA Erro! Indicador não definido.	7
3.3	ESTUDOS DE CONSISTÊNCIA E PREENCHIMENTO DE FALHAS	Erro! Indicador não definido.
		9
3.4	ALTERAÇÕES PARA REATIVAÇÃO DA CENTRAL HIDRELÉTRICA..... Erro!	Erro!
		Indicador não definido.
		3
3.4.1	Barragem e vertedouro..... Erro! Indicador não definido.	4
3.4.2	Tomada de água	34
3.4.3	Canal de adução	35
3.4.4	Casa de força	35
4	ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA.....	37
4.1	DEMONSTRAÇÃO DO FLUXO DE CAIXA.....	37
4.2	DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADO DO EXERCÍCIO	38
4.3	ORÇAMENTO GERAL PARA IMPLANTAÇÃO DA OBRA (CAPEX).....	39
4.4	ESTIMATIVA DA RECEITA BRUTA.....	40
4.5	IMPOSTA E TAXAS.....	41
4.6	CUSTOS OPERACIONAIS (OPEX) E DEPRECIAÇÃO.....	42
4.7	RESULTADOS DO FLUXO DE CAIXA	42
4.8	INDICADORES ECONÔMICOS.....	46
4.8.1	Taxa mínima de atratividade.....	46
4.8.2	Valor presente líquido.....	47
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

RESUMO

Essa pesquisa propõe a reativação de uma central geradora de energia elétrica (CGH), considerando o estudo da viabilidade econômica para seu funcionamento. Esta análise se faz a partir da concepção de que o Brasil atualmente tem um grande potencial hidroelétrico, porém, faz-se necessário estudos sobre a expansão da geração de energia a partir da análise dos impactos ambientais, que podem inviabilizar a construção de novas Usinas Hidroelétricas (UHE) devido a necessidade de alagar uma extensa área para o seu reservatório. Uma alternativa para o aproveitamento desse potencial com baixo impacto ambiental são as Centrais Geradoras Hidroelétricas (CGH), uma vez que a área alagada é mínima (ou nula, em alguns casos), assim, há diversas oportunidades de implantação de novas CGH's e outras de reativação desses sistemas. Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade econômica de reativação de uma central de geração hidrelétrica, CGH Subida, que está situada no Rio Benedito, na cidade de Benedito Novo – Santa Catarina. O estudo foi embasado por dados técnicos da atual situação estrutural do empreendimento, que indicam o quanto será investido para novas estruturas e equipamentos (CAPEX) e dados meteorológicos, a fim de quantificar o índice de chuvas na região e a evaporação da água. O percurso metodológico dessa pesquisa foi bibliográfico para fornecer informações sobre Usinas Hidrelétricas e seu funcionamento a nível nacional, bem como o levantamento de dados sobre o estudo de caso da CGH Subida. O referencial teórico dessa pesquisa está pautado em documentos da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Agência Nacional de Águas (ANA) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Foram utilizadas as técnicas de avaliação de projetos de investimento, no que se refere à sua viabilidade econômico-financeira. Portanto o presente trabalho subsidia todas as informações necessárias para uma análise completa do investimento.

Palavras-chave: Central de Geração Hidrelétrica. Viabilidade Econômica. Energia Elétrica.

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é fundamental para a vida humana porque está atrelada ao cotidiano das pessoas, seja em seu convívio em casa, na rua ou no trabalho, bem como para o desenvolvimento de toda a sociedade. É importante salientar que seu consumo aumenta a cada ano devido as novas tecnologias desenvolvidas com base em eletricidade, assim, há a necessidade de incremento na geração desse tipo de energia.

Diante disso, há de se dar a apropriada relevância para a geração de energia elétrica, por meio da geração hidráulica, térmica, nuclear, eólica e solar. Atualmente, sabendo sobre o grande potencial hidroelétrico no Brasil, por ter grande quantidade de rios e de precipitação pluviométrica, faz-se necessário estudos sobre a expansão da geração de energia a partir da análise dos impactos ambientais, que podem inviabilizar a construção de novas Usinas Hidroelétricas (UHE) devido a necessidade de alagar uma extensa área para o seu reservatório. Uma alternativa para o aproveitamento desse potencial com baixo impacto ambiental são as centrais geradoras hidrelétricas (CGH), uma vez que a área alagada é mínima (ou nula, em alguns casos), assim, há diversas oportunidades de implantação de novas CGH's e outras de reativação desses sistemas. Buscando um equilíbrio, entre a consciência ambiental e a necessidade de geração de energia, as fontes renováveis (hidráulica, eólica e solar) ganham um grande espaço no mercado de energia.

Portanto, essa pesquisa tem como objetivo analisar a viabilidade econômica de reativação de uma central de geração hidrelétrica, CGH Subida, que está situada no rio Benedito, na cidade de Benedito Novo, Santa Catarina (SC).

Se trata de um estudo de caso acerca da viabilidade econômica e financeira para a reativação da CGH Subida. O estudo foi embasado por dados técnicos da atual situação estrutural do empreendimento, que indicam o quanto será investido para novas estruturas e equipamentos (CAPEX). Munido de todos os dados técnicos necessários, foi desenvolvido o estudo de viabilidade econômica que traz o fluxo de caixa, que projeta todas as entradas e saídas financeiras durante 30 anos e indicadores econômicos como o valor presente líquido (VPL), a fim de mostrar o valor

do investimento trazido a valor presente, taxa interna de retorno (TIR), que mostra a taxa de retorno financeiro do empreendimento e o *payback*.

Foram utilizadas as técnicas de avaliação de projetos de investimento, no que se refere à sua viabilidade econômico-financeira. Portanto o presente trabalho subsidia todas as informações necessárias para uma análise completa do investimento.

O percurso metodológico dessa pesquisa foi bibliográfico para fornecer informações sobre centrais de geração hidrelétricas e seu funcionamento a nível nacional, bem como o levantamento de dados sobre o estudo de caso da CGH Subida.

O referencial teórico dessa pesquisa está pautado em documentos da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Agência Nacional de Águas (ANA) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

2 MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA

A predominância da matriz elétrica brasileira é de fontes de origem hidráulica na qual grandes hidrelétricas, que se constituem na base do Sistema Elétrico Nacional, e as Pequenas Centrais Hidrelétricas PCH's com potência instalada entre 5 e 30 MW e as Centrais Geradoras Hidrelétricas CGH's com capacidade instalada de até 5 MW que geram o correspondente, em 2019, a 63,3% de toda energia elétrica gerada no Brasil, segundo dados da ANEEL.

Mais recentemente, no entanto, a disponibilidade de sítios para implantação de novas usinas hidrelétricas de grande porte tem sido cada vez mais limitada, pois os potenciais hidrelétricos mais viáveis já se encontram desenvolvidos, principalmente nas regiões sul e sudeste do país. Com isso, abriu-se espaço para o crescimento de outras fontes de geração de energia elétrica, com crescimento da participação de fontes renováveis, como eólicas, biomassa e solar, e fontes alimentadas por combustíveis fósseis e nucleares.

Desta forma, além da energia gerada por hidrelétricas de todos os portes, contribuem para a formação desta matriz outras fontes renováveis, representadas por biomassa (com 7,4% de participação) a energia eólica (com 9,1% em 2019) e a energia solar com (1,27% em 2019).

Outras fontes com participação relevante nesta matriz são as fontes térmicas não renováveis, que incluem o gás natural, os derivados de petróleo, carvão e seus derivados com (24,4%) e a nuclear (1,2%). Segundo a ANEEL no Brasil existem 7.451 empreendimentos de geração de energia em operação, chegando a 165.469.379 kW de potência instalada. A previsão para os próximos anos é adicionar 21.953.323 kW na capacidade de geração do país, vindo dos 205 empreendimentos atualmente em construção e mais 388 em empreendimentos com construção não iniciada.

Esta pesquisa, especificamente, tratará sobre as CGH's, que historicamente houve uma implantação de aproveitamentos hidrelétricos que impulsionaram durante muito tempo o desenvolvimento industrial no Brasil. A existência no território nacional de grande quantidade de rios e desníveis topográficos, permitiu o aproveitamento de forma bastante eficiente desta fonte energética.

Em qualquer caso, a implantação de novas fontes geradoras de energia se justifica quando estas atendem aos seguintes critérios: técnica, econômica e ambientalmente viáveis; as projeções de crescimento da demanda justificam sua necessidade; há recursos disponíveis para sua implantação, sejam eles oriundos de agentes públicos ou privados.

De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDEE 2026), a capacidade instalada de geração de energia elétrica, por tipo de fonte em dezembro de 2016, era como representada na figura 1.

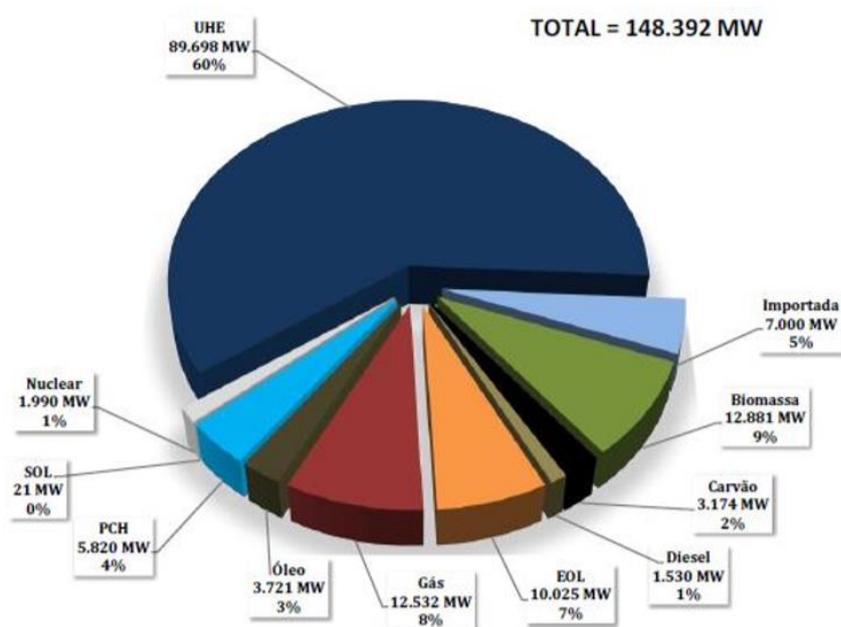


Figura 1: Capacidade Instalada por tipo de Fonte em dezembro de 2016.

Fonte: EPE, 2018

Observa-se que embora ainda ocorra um predomínio da fonte hidrelétrica no parque gerador brasileiro, as fontes alternativas e renováveis de energia (representadas por usinas eólicas, solares, a biomassa e pequenas centrais hidrelétricas) já ultrapassaram as fontes térmicas e representam a segunda maior categoria em capacidade instalada.

A expansão da capacidade instalada do Sistema Interligado Nacional (SIN), vista por regiões, é apresentada no gráfico da figura a seguir, onde são mostrados os valores referentes ao ano de 2014 e aqueles previstos para o final de 2024, resultantes

dos estudos do planejamento decenal. Além dos valores em MW, é também indicada a participação percentual por região.

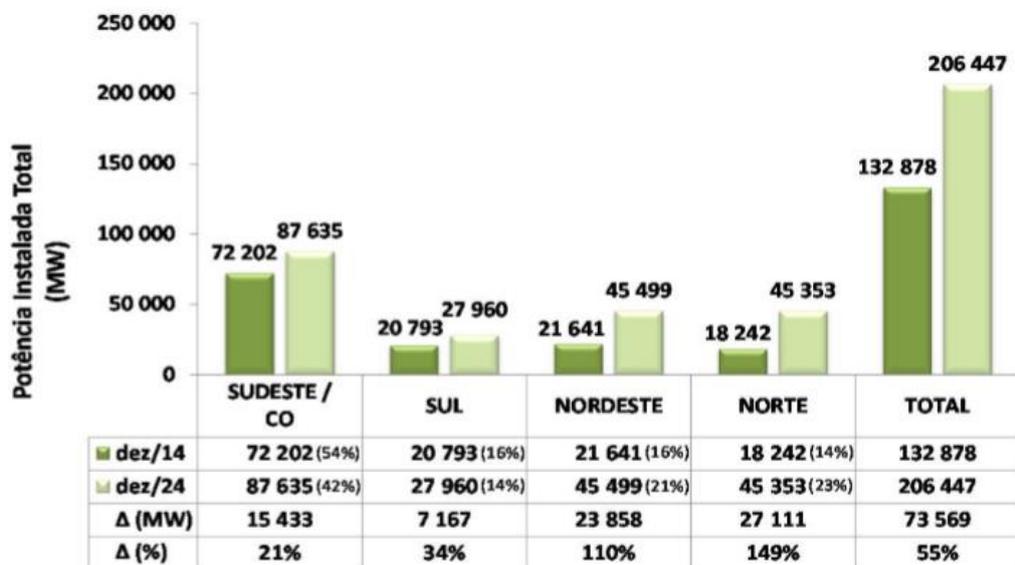


Figura 2: Participação Regional na Capacidade Instalada do SIN

Fonte: EPE, 2018

Os maiores crescimentos relativos ocorrerão nas regiões norte e nordeste. Na região norte, o crescimento será liderado por grandes empreendimentos hidrelétricos, como a usina hidrelétrica de Belo Monte, no Pará. Na região nordeste, por sua vez, a maior participação proporcional na expansão prevista para o decênio será representada pela fonte eólica.

A figura 3 ilustra as participações das fontes convencionais e renováveis na expansão prevista.

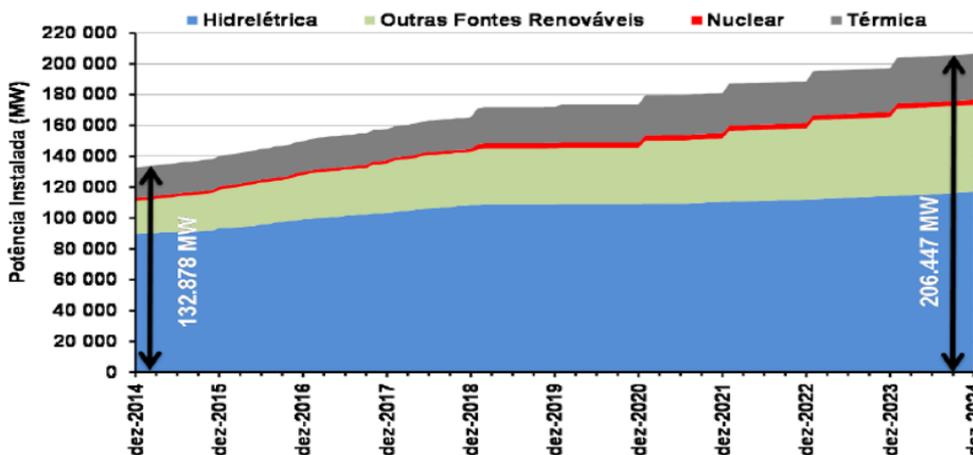


Figura 3: Projeção da Evolução da Capacidade Instalada do SIN no Período de 2014-2024.
 Fonte: EPE, 2018

Ainda, vê-se que a capacidade instalada do Sistema Interligado Nacional crescerá, no intervalo de 10 anos representado por estas projeções, em cerca de 73.500 MW (ou, o equivalente a 5 vezes a capacidade instalada na UHE Itaipu), o que representa um enorme desafio para todo o setor elétrico brasileiro.

As projeções mostram que a participação relativa das fontes renováveis e térmicas crescerá no período considerado, enquanto as energias hidrelétricas e nucleares terão suas participações proporcionalmente reduzidas.

Tal fato se deve, principalmente, no que se refere às grandes hidrelétricas, à exaustão do potencial técnico e economicamente utilizável. E no que se refere às nucleares, à reação da sociedade quanto aos riscos potenciais associados a esta fonte.

3 ESTUDO DE CASO: CGH SUBIDA

A central geradora hidrelétrica Subida – CGH Subida, é um aproveitamento hidrelétrico construído há várias décadas, no rio Benedito, com a finalidade de fornecer energia elétrica para uma pequena indústria metalúrgica existente no local. Com sua criação, a usina funcionou durante muitos anos, gerando energia elétrica para consumo local.

Localizado na margem do rio Benedito, na cidade de Benedito Novo, Santa Catarina, na rodovia estadual SC-477, seu aproveitamento foi construído por empreendedores locais – não somente suas estruturas civis, mas também a fabricação de parte dos equipamentos, como comportas, grades e até mesmo a própria turbina, aparentemente utilizando-se, para tanto, conhecimentos empíricos dos profissionais envolvidos.

A figura 4 mostra informações para o acesso ao local do empreendimento.



Figura 4: Acesso ao local do empreendimento

Fonte: <http://mapaiterativo.ciasc.gov.br>

A CGH Subida tem seu afluente do rio Itajaí-Açu pela margem esquerda, sub-bacia 84, bacia hidrográfica do rio Itajaí, no município de Benedito Novo, no Estado

de Santa Catarina, a aproximadamente 3,5 km a oeste da sede municipal. A figura 5 indica a localização da bacia:



Figura 5: Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-Açu.

Fonte: Comitê do Itajaí

O acesso ao local se faz, a partir da capital do estado de Santa Catarina, através das rodovias federais BR-101 e BR-470, e da rodovia estadual SC-477, por cerca de 189 km, até a sede municipal de Benedito Novo, de onde segue-se, por 3,5 km ainda na rodovia estadual SC-477, no sentido oeste, alcançando-se o local do empreendimento a cerca de 800 m após atravessar a ponte sobre o rio Benedito, já na subida da serra que leva aos bairros de Santa Maria e Alto Benedito Novo (e mais adiante ao município de Doutor Pedrinho).

A bacia do rio Benedito tem suas nascentes no município de Doutor Pedrinho (que, até sua emancipação em 1988, fazia parte do município de Benedito Novo), em elevação aproximada de 1000 m acima do nível do mar, drenando no sentido predominante Noroeste → Sudeste, até sua confluência com o rio Itajaí-Açu.

Com relação ao relevo, a bacia tem suas altitudes máximas nos seus limites norte e oeste, constituídos pela serra do Engano, com altitudes da ordem de 1000 m, nos seus divisores.

Os estudos climáticos e pluviométricos realizados para a bacia do rio Benedito tiveram como base os dados das Estações Climatológicas das cidades de Blumenau, Indaial e Timbó, operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Quanto a temperatura média anual na região é de 20,3 °C. A temperatura média mensal mínima é de 15,5 °C em julho e a máxima é de 25,5 °C, em janeiro.

A evaporação anual média é estimada em torno de 800 mm, o que corresponde a uma taxa de evaporação de 2,2 mm/dia. O valor mensal máximo ocorre no mês de janeiro, com um total de 104 mm que corresponde a uma evaporação de 3,3 mm/dia.

O valor médio anual de umidade relativa é de 84,2% em Blumenau e de 77% em Indaial, que representam também os valores máximo e mínimo da região.

A tabela 6 a seguir mostra os valores médios mensais de longo período de temperatura para o local da usina:

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Blumenau	24,5	24,4	23,2	21,0	18,1	16,3	15,5	16,4	17,9	19,6	21,5	23,4	20,2
Indaial	24,5	24,7	23,8	21,0	18,9	15,6	15,8	16,9	17,9	20,1	21,8	23,8	20,4
Timbó	25,5	24,4	23,3	20,9	17,5	15,7	15,5	16,6	18,1	20,4	21,9	23,2	20,3

Tabela 6: Dados de temperatura média mensal e anual (°C).

Fonte: Autoria Própria

A tabela 7 mostra os valores médios mensais de longo período de evaporação para o local da usina:

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Blumenau	59	50	54	43	38	31	34	38	39	47	53	61	547
Indaial	97	75	71	67	63	50	57	59	61	79	89	94	862
Timbó	104	86	76	64	59	44	50	58	57	77	90	97	862

Tabela 7: Dados de evaporação média mensal e anual (mm)

Fonte: Autoria Própria

Em resumo, ocorre, na bacia, uma predominância de tempo bom com dias ensolarados, interrompidos por sequências de dias chuvosos decorrentes da frente polar, especialmente no inverno e início da primavera, e por dias de chuvas intensas, mas de curta duração, decorrentes das linhas de instabilidade tropical, especialmente no verão e no final da primavera.

A tabela 8 e a figura 9 mostram os valores médios mensais de longo período da umidade relativa para o local da usina:

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Blumenau	82,1	83,7	84,3	85,1	85,8	87,2	86,2	85,2	85,2	83,5	81,2	81,0	84,2
Indaial	73,7	77,7	76,7	77,7	77,4	79,5	80,2	77,6	77,8	76,7	75,1	73,9	77,0
Timbó	79,4	81,4	83,4	84,3	85,1	86,6	86,9	84,9	85,3	82,8	80,1	80,2	83,4

Tabela 8: Dados de umidade relativa média mensal e anual (%)

Fonte: Autoria Própria

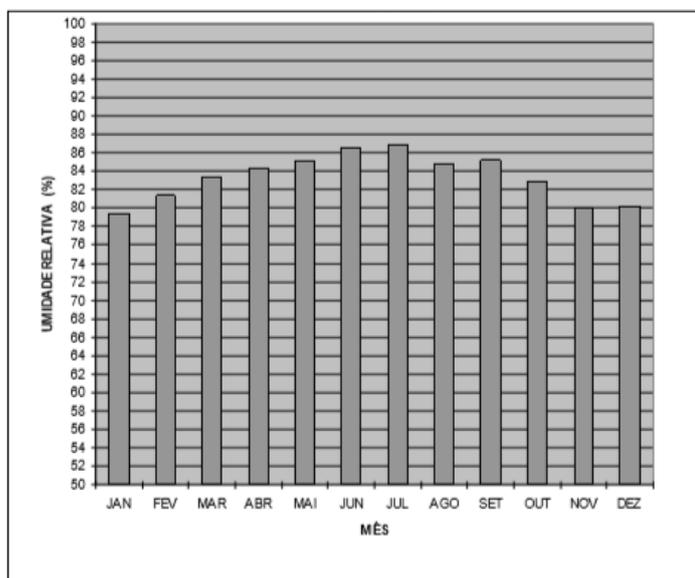


Figura 9: Umidade relativa média na região do aproveitamento.

Fonte: Autoria Própria

Portanto, a temperatura média anual na região é de 20,5 °C. A temperatura média mensal mínima é de 16,5 °C em julho, e a temperatura média mensal máxima

é de 24,7 °C, em fevereiro. A evaporação anual média é estimada em torno de 1080 mm, o que corresponde a uma taxa de evaporação de 3,0 mm/dia. O valor mensal máximo ocorre no mês de dezembro, com um total de 115 mm que corresponde a uma evaporação de 3,7 mm/dia. O valor anual de umidade relativa é de 82%.

Na região de implantação do aproveitamento, para o período considerado (1961 – 1990), as variações de temperatura podem ser caracterizadas pelos seguintes valores:

-Temperaturas médias:

- Média anual 20,3 °C
- Média do mês mais quente (fevereiro) 25,5 °C
- Média do mês mais frio (julho) 15,5 °C

-Temperaturas extremas:

- Máxima absoluta (fevereiro) 40 °C
- Mínima absoluta (agosto) 3 °C

Para a caracterização do regime pluvial na bacia, foram utilizadas as estações pluviométricas indicadas no quadro a seguir.

ESTAÇÃO		ENTIDADE MANTENEDORA	PERÍODO DE OPERAÇÃO	
CÓDIGO	IDENTIFICAÇÃO		INÍCIO	FINAL
02649003	Benedito Novo	ANA	1935	Em operação
02649009	Garcia - Blumenau	ANA	1941	Em operação
02649008	Arrozeira - Rio dos Cedros	ANA	1941	Em operação

Tabela 10: Estações pluviométricas utilizadas

Fonte: Autoria Própria

Outro fator a ser caracterizado é a precipitação, que corresponde a média anual de aproximadamente 1.560 mm, variando, no período analisado, entre um máximo de 2.892 mm em 1983 e um mínimo de 876 mm em 1968. A sua variação espacial na bacia do Itajaí-Açu não é muito acentuada, variando de 1.300 mm a 1.700 mm.

Com relação à variação sazonal, as precipitações totais médias mensais de longo período apresentam máximas relativas nos meses de outubro a março e em

janeiro e fevereiro, e mínimas relativas nos meses de abril e maio, e em novembro. Entretanto, estas médias não são muito representativas para fins de previsão pluviométrica, uma vez que a variação interanual das precipitações na bacia é muito grande.

Para o local do aproveitamento, o regime pluvial foi definido com base nos dados registrados na estação pluviométrica de Benedito Novo, a qual dispõe de informações a respeito das características de variação sazonal e interanual idênticas às da bacia em geral.

MÊS	PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm)	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA		PRECIPITAÇÃO MÍNIMA	
		(mm)	ANO	(mm)	ANO
JAN	186,6	489,4	1995	52,0	1964
FEV	187,9	430,5	1942	46,0	1949
MAR	155,7	486,9	1974	43,3	1986
ABR	92,0	224,8	1998	0,0	1978
MAI	100,2	441	1992	6,0	1963
JUN	98,3	219,6	1969	5,0	1953
JUL	102,1	566,2	1983	5,0	1960
AGO	100,5	368,4	1984	9,0	1952
SET	128,9	311,8	1961	22,8	1982
OUT	153,7	340,8	1997	23,0	1955
NOV	122,3	303,8	1969	9,0	1954
DEZ	136,2	307,8	1965	29,1	1971
ANUAL	1564,5	566,2	1983	0,0	1978

Tabela 11: Precipitações totais médias na região do aproveitamento.

Fonte: Autoria Própria

A precipitação total anual média foi calculada em 1.560 mm. Os totais médios mensais variaram entre um mínimo de 92 mm em abril e um máximo de 187,9 mm em fevereiro, com uma precipitação máxima total mensal registrada no período considerado de 566,2 mm em julho de 1983.

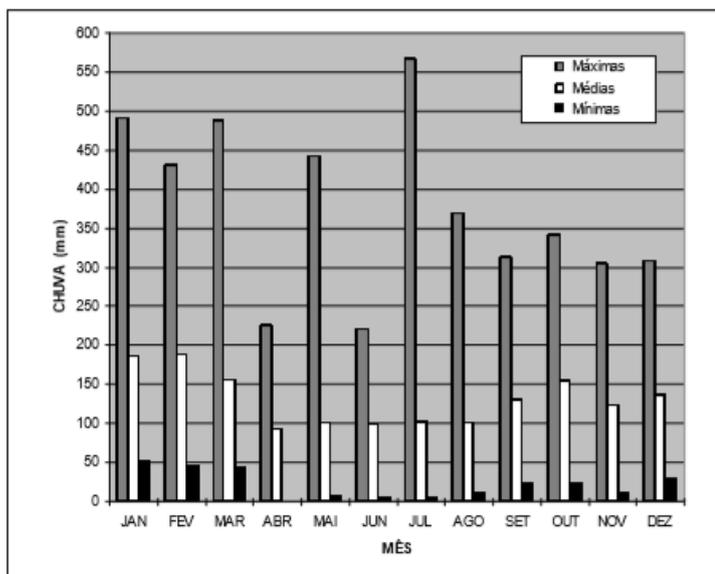


Figura 12: Precipitações totais médias na região do aproveitamento

Fonte: Autoria Própria

Quanto ao número de dias de chuva com precipitação maior do que 5,0 mm, valores estes que podem conduzir a uma paralisação dos trabalhos em obras de terra, a pesquisa realizada com base na estação pluviométrica de Benedito Novo mostrou que, em média, ocorrem aproximadamente 9,7 dias por mês.

Em termos anuais, o número médio de dias chuvosos com precipitação maior do que 5,0 mm é de 117 dias, com um máximo de 179 dias e um mínimo de 80 dias.

3.1 HISTÓRICO DE ESTRUTURAS EXISTENTES

Embora, as informações sobre o histórico de implantação das estruturas são bastante limitadas, e se restringem a relatos dos moradores mais antigos, sendo inexistentes, até onde se sabe, documentos que registrem o projeto original do empreendimento.

Embora atualmente esteja desativada, a CGH Subida funcionou por muitos anos, fornecendo energia elétrica diretamente para a indústria instalada em frente, no outro lado da rodovia.

Desta forma, a caracterização das estruturas existentes se baseou em medições topográficas e arquitetônicas em campo. As estruturas integrantes do aproveitamento hidrelétrico são constituídas por:

- Uma barragem de concreto, com contrafortes, construída transversalmente ao rio, com altura máxima estimada de 2 m sobre as fundações;



Figura 13: Barramento e Tomada de Água Existentes

Fonte: Autoria Própria

O nível da água normal de montante se encontra na El. 190,50, que corresponde à elevação da crista da barragem/vertedouro, com nível normal de jusante na El. 184,35.

A barragem de concreto, com vertedouro de soleira livre associado à sua crista, possui espessura de 0,50 m, e extensão total de aproximadamente 54 m, com altura máxima sobre o leito do rio estimada em 2,50 m.

O vertedouro corresponde à totalidade da extensão da crista da barragem, cuja soleira se encontra na El. 190,50. As ombreiras esquerda e direita estão assentes sobre o maciço rochoso sobre o qual se desenvolve o leito do rio Benedito neste trecho.

A curva de descarga do vertedouro existente é apresentada na figura 14.

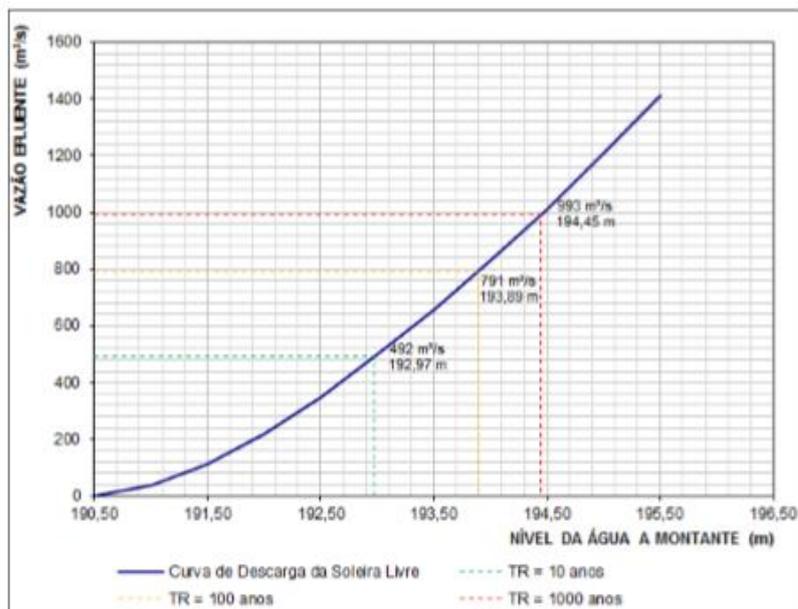


Figura 14: Curva de descarga do vertedouro existente.

Fonte: Autoria Própria

- Uma tomada de água, dotada de comporta metálica com acionamento manual, localizada na margem direita do rio, como mostra a figura 15.

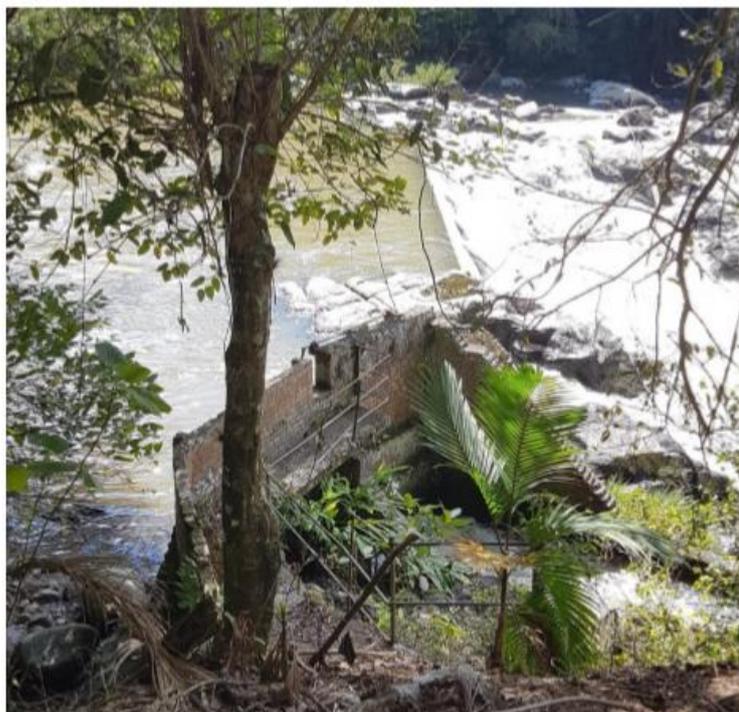


Figura 15: Tomada de água existente

Fonte: Autoria Própria

No alinhamento do barramento, na margem direita, está a estrutura de tomada de água. Originalmente, a estrutura da tomada de água possuía uma comporta de madeira, que posteriormente foi substituída por uma comporta em aço. O controle é manual, e a crista da estrutura da tomada de água está na El. 192,50.

- Um canal adutor, cujo alinhamento se desenvolve junto à margem direita do rio; e a casa de força com estrutura em concreto, na qual se encontra instalado o grupo turbina gerador.



Figura 16: Canal Adutor Existente

Fonte: Autoria Própria

O alinhamento do canal de adução segue por aproximadamente 38,00 m até alcançar a tomada de água.

A parede lateral direita do canal é parcialmente formada por um corte vertical resultante de escavação em rocha, com o trecho final constituído por um muro de arrimo, em tijolos maciços. A parede lateral esquerda do canal é constituída por um muro em tijolos maciços. Abriga, na sua porção central, uma comporta lateral, um extravasor lateral e um desarenador. A comporta lateral mede aproximadamente 1,50 x 1,00 m (largura x altura), o extravasor lateral se encontra instalado com soleira na

El. 190,00 m, e possui dimensões aproximadas de 0,80 m de largura por 0,50 m de altura, com sua cota de fundo na El. 188,50.

O fundo do canal de adução está na El. 189,00 e o topo do muro lateral esquerdo apresenta variações em sua altura: a cota mais baixa está na El. 190,00 e a cota mais alta está na El. 190,40. Sobre o canal, próximo ao desarenador, existe um pequeno pontilhão metálico, utilizado para acessar o muro esquerdo e o volante de acionamento da comporta do desarenador.



Figura 17: Canal de adução existente – Vista de jusante, a partir da casa de força
Fonte: Autoria Própria

Na extremidade de jusante do canal de adução está a casa de força – o canal se conecta à estrutura de emboque da câmara de carga, a qual é dotada de uma grade metálica de 3,00 m de largura por 1,30 m de altura.

A câmara de carga (ou caixa aberta) conduz as vazões coletadas no canal à turbina, instalada na parede lateral da casa de força, com eixo na El. 187,40. A turbina existente tem 1,00 m de diâmetro, e transfere sua rotação a partir de um eixo horizontal e um sistema de multiplicação de velocidade composto por correias e polias, até o gerador instalado dentro da casa de força em posição elevada.

A turbina existente é do tipo hélice, encontra-se instalada em uma caixa aberta, que recebe as vazões afluentes ao local através do circuito de adução formado por tomada de água, canal de adução, grade de proteção e câmara de carga, e é conectada ao gerador, localizado em câmara separada, construída em concreto,

através de um eixo de transmissão e um sistema de polias e correias, que atuam como multiplicador de velocidade.



Figura 18: Grade da entrada da casa de força existente

Fonte: Autoria Própria

O tubo de sucção conecta a casa de força ao canal de fuga, que possui aproximadamente 7,00 m de largura, 4,00 m de extensão e 0,65 m de profundidade; com o desemboque no leito do rio Benedito na El. 184,35.



Figura 19: Casa de força existente – vista a partir de jusante, do leito do rio.

Fonte: Autoria Própria

No que se refere à transmissão da energia gerada pelo aproveitamento hidrelétrico, a usina era anteriormente conectada diretamente à indústria, localizada no lado oposto da rodovia estadual, através de uma linha de transmissão própria, em baixa tensão, alimentando assim as cargas conectadas ao barramento da unidade industrial.

Esta conexão atualmente se encontra interrompida, ou seja, não há nenhuma conexão entre o empreendimento existente e a rede da Central Elétrica de Santa Catarina - CELESC.



Figura 20: Rede de conexão existente

Fonte: Autoria Própria

Portanto a CGH Subida é composta por barragem/vertedouro constituída por uma parede vertical em concreto armado com contrafortes, canal de adução com muros laterais, tomada de água, casa de força com 01 turbina de caixa aberta, com eixo horizontal e gerador acoplado por um sistema de polias e correias, e canal de fuga. O desenho da figura a seguir apresenta o arranjo das estruturas existentes.

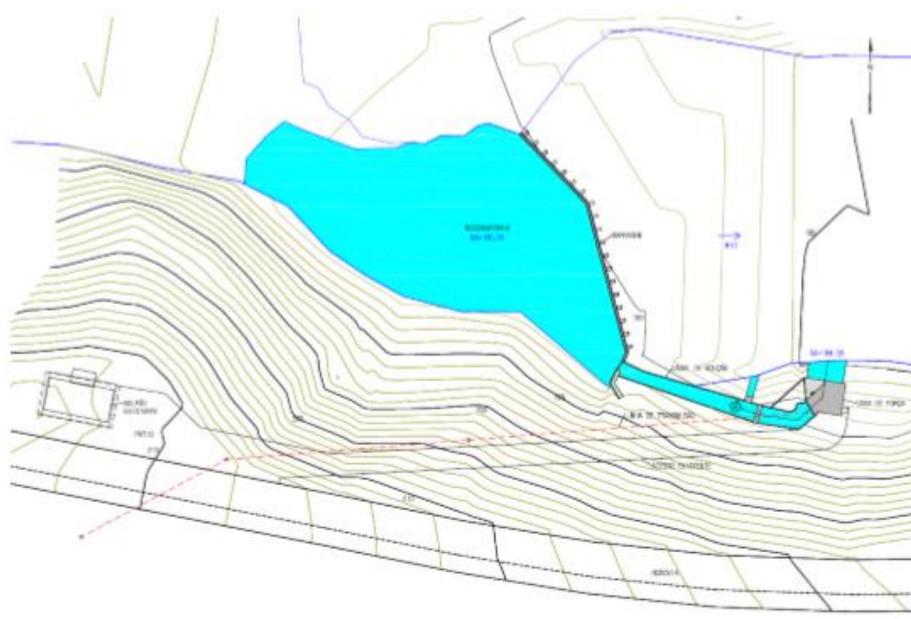


Figura 21: Arranjo das estruturas existentes.

Fonte: Autoria Própria

3.2 DADOS UTILIZADOS E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA

Os estudos de consistência visaram principalmente detectar erros e falhas de observação nas séries de vazões médias diárias e mensais das estações fluviométricas utilizadas para os estudos de regionalização de vazão.

Na bacia do rio Benedito está localizada uma das estações fluviométricas com histórico de dados mais longo e de melhor qualidade em toda a região, a Estação Fluviométrica Benedito Novo (código ANA 83660000), localizada a poucos quilômetros do local do aproveitamento hidrelétrico.

Assim, a caracterização do potencial hídrico de superfície do rio Benedito, no local da CGH Subida, teve por base os dados observados na estação fluviométrica de Benedito Novo, consistidos pela Agência Nacional de Águas – ANA.

A série correspondente a este posto, com dados diários de vazão, consistidos para o período histórico compreendido entre os anos 1929 e 2014, o que faz desta série mais completa e sem as falhas existentes na série disponível para a bacia do rio Benedito, e a habilita como referência para maior qualidade no estudo hidrológico realizado.

Os dados principais desta estação são apresentados na tabela 22.:

ESTAÇÃO		ENTIDADE RESPONSÁVEL	ÁREA DE DRENAGEM (km ²)	PERÍODO DE DADOS UTILIZADO	
CÓDIGO	IDENTIFICAÇÃO			INÍCIO	FINAL
83660000	Benedito Novo	ANA / EPAGRI	717	1930	2017

Tabela 22: Estação fluviométrica utilizada como base para os estudos.

Fonte: Autoria Própria

Para o preenchimento de falhas de registros de dados na estação base, foram utilizados, de forma complementar, registros de outras estações fluviométricas existentes na bacia, as quais são relacionadas na tabela 23.

CÓDIGO	NOME DA ESTAÇÃO	RESPONSÁVEL / OPERADOR	ÁREA DE DRENAGEM km ²	DADOS - INÍCIO	DADOS - FIM
83675000	Arrozeira	ANA /EPAGRI	536	abr/29	jun/18
83677000	Timbó Novo	ANA /EPAGRI	1.600	set/89	jun/18
83680000	Timbó	ANA /EPAGRI	1.600	nov/34	ago/89

Tabela 23: Outras estações fluviométricas utilizadas nos estudos.

Fonte: Autoria Própria

3.3 ESTUDOS DE CONSISTÊNCIA E PREENCHIMENTO DE FALHAS

A partir das séries históricas consistidas destas estações, foi estabelecida a curva regional de vazões médias mensais, com os períodos comuns de dados para as estações consideradas, a partir da qual foi possível transpor a série histórica da estação base para o local do aproveitamento.

A consistência das séries foi avaliada, através de análises de correlação entre séries para períodos equivalentes, revelando-se aceitável principalmente para as vazões próximas à média de longo período, conforme mostram as figuras 24,25 e 26.

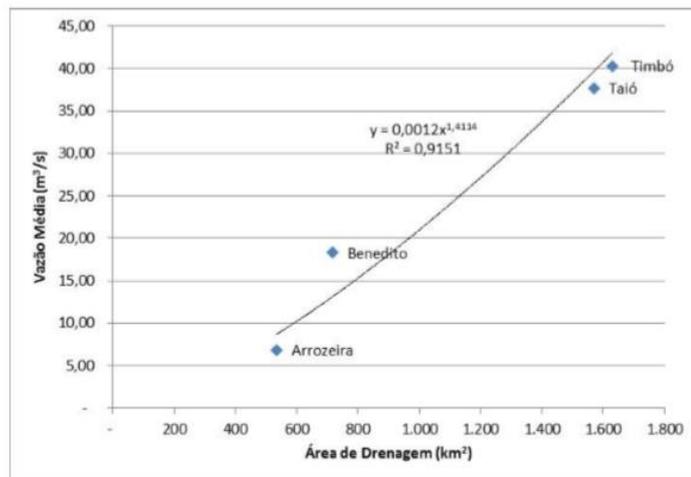


Figura 24: Curva regional de vazões médias de longo período

Fonte: Autoria Própria

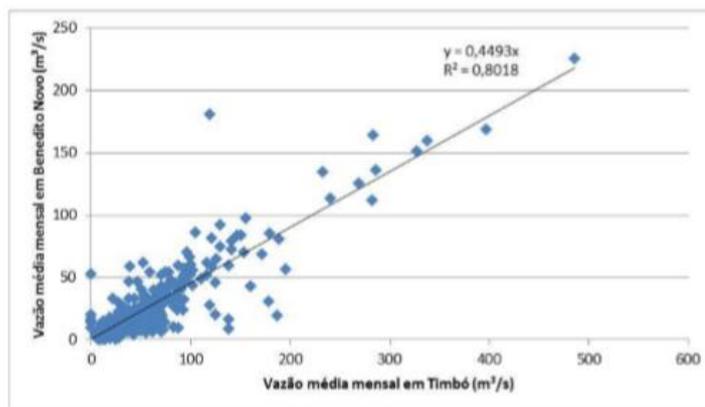


Figura 25: Correlação entre as estações fluviométrica Timbó e Benedito Novo.

Fonte: Autoria Própria

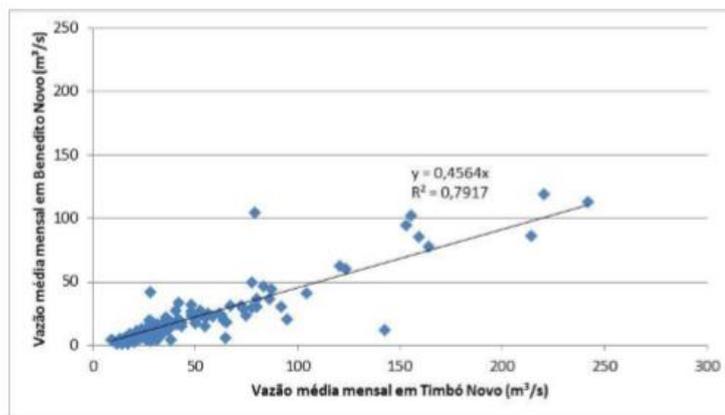


Figura 26: Correlação entre as estações fluviométricas Timbó Novo e Benedito Novo.
 Fonte: Autoria Própria

Os coeficientes de correlação R^2 obtidos indicam haver excelente ajuste na relação entre os registros históricos das estações Benedito Novo e as estações de Timbó (até 1989) e Timbó Novo (de 1989 em diante).

A correlação entre as estações Benedito Novo e Arrozeira, no entanto, revela-se menos aderente. Assim, o preenchimento das falhas nos registros da estação Benedito Novo se baseou prioritariamente na correlação com dados das estações Timbó e Timbó Novo, utilizando-se os dados da estação de Arrozeira apenas quando não se encontraram dados disponíveis nestas estações (o que acontece em apenas um mês no período histórico considerado).

A série de vazões assim obtida para a estação Benedito Novo é apresentada na figura 27.

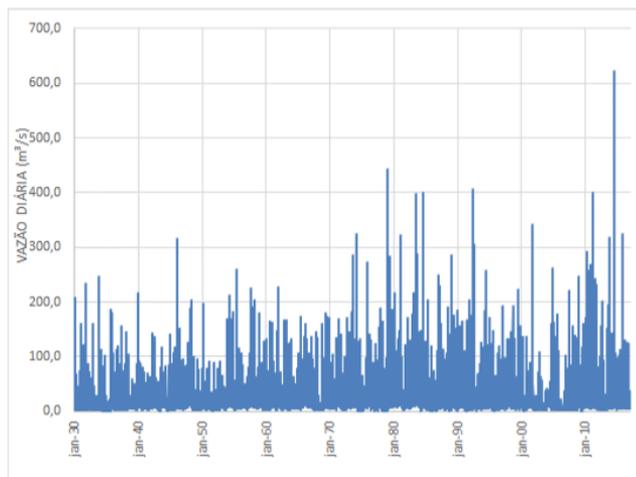


Figura 27: Série de vazões diárias na estação fluviométrica benedito novo (período 1929 a 2018).

Fonte: Autoria Própria

As vazões características para o período considerado são apresentadas na tabela 28, que apresenta os histogramas das vazões médias mensais máximas, mínimas e médias de longo período observadas no período histórico.

MÊS	MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA
JAN	3,4	19,4	59,8
FEV	3,7	22,5	75,4
MAR	3,6	18,9	69,0
ABR	2,1	13,5	49,4
MAI	1,4	14,4	48,6
JUN	0,9	14,3	78,6
JUL	2,8	14,5	128,8
AGO	1,8	14,5	71,9
SET	3,3	18,4	60,1
OUT	3,6	22,5	68,0
NOV	1,8	17,2	67,4
DEZ	1,7	15,1	49,4
ANUAL	0,9	17,1	128,8

Tabela 28: Vazões características (m³/s) no local do aproveitamento (Período de 1929 a 2017).

Fonte: Autoria Própria

Nota-se pela análise da figura, que não existe influência marcante da sazonalidade quanto à distribuição das vazões altas e baixas ao longo do ano. Pode-se verificar apenas uma maior frequência de vazões altas nos meses do período mais úmido (maio a outubro), o que, no entanto, não elimina a possibilidade de ocorrência de vazões extraordinárias em qualquer época do ano.

Com base nas séries de vazões médias mensais determinadas para o local do aproveitamento, para o período de 1929 a 2017, determinou-se a curva de permanência de vazões.

A curva de permanência foi obtida considerando o critério de Kimball, que determina a ordenação, em ordem decrescente, das vazões médias diárias do período histórico, atribuindo-se a cada valor uma percentagem calculada pela relação entre o seu número de ordem e o número total de valores da série acrescido de 1. Desta forma, uma curva de permanência representa a percentagem do tempo em que uma determinada vazão média diária é superada no histórico.

PERMANÊNCIA	VAZÃO
0,1%	128,8
1%	60,1
5%	41,7
10%	33,0
20%	25,3
25%	22,2
30%	20,0
40%	16,9
50%	13,8
60%	11,6
70%	9,5
75%	8,5
80%	7,4
85%	6,1
90%	4,9
95%	3,7
98%	2,7
99,9%	0,9

Tabela 29: Curva de permanência de vazões médias mensais no local do aproveitamento

Fonte: Autoria Própria

Esta curva é apresentada na figura30.

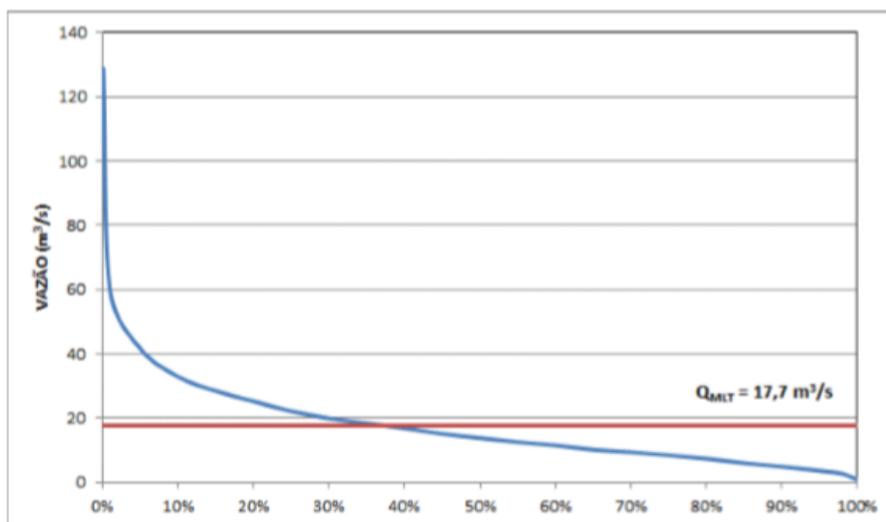


Tabela 30: Curva de permanência de vazões médias mensais no local do aproveitamento (m³/s).

Fonte: Autoria Própria

Assim, não foi possível considerar na simulação da operação energética da CGH Subida qualquer benefício de regularização de vazões a montante.

3.4 ALTERAÇÕES PARA REATIVAÇÃO DA CENTRAL HIDRELÉTRICA

Para a reativação da central hidrelétrica, serão aproveitadas, parcialmente, as estruturas existentes da barragem, tomada de água e canal de adução.

As melhorias e ajustes estruturais estarão relacionados às seguintes estruturas:

- Tomada de água: a estrutura da tomada de água será reforçada e ampliada;
- Canal de adução: a seção transversal do canal será ampliada e o muro lateral reforçado;
- Casa de força: a estrutura atual da casa de força será ampliada, para acomodar o novo grupo turbina x gerador, a unidade hidráulica de acionamento da turbina e os painéis de proteção, monitoramento e controle;

- Conexão à rede de distribuição: será implantada uma nova saída de linha e um novo trecho de linha para conexão à rede de distribuição da CELESC, cujo alinhamento se desenvolve em frente ao terreno sobre o qual estão localizadas as estruturas integrantes do aproveitamento hidrelétrico.

Estas alterações são descritas a seguir.

3.4.1 Barragem e vertedouro

Não haverá alterações na barragem e vertedouro nesta fase das obras.

A estrutura existente será apenas inspecionada e reforçada por ocasião da implantação das obras de melhoria e reativação da usina, como forma de garantir sua estabilidade e segurança estrutural.

3.4.2 Tomada de água

A tomada de água é constituída por uma estrutura de concreto, localizada na margem direita do rio Benedito, no mesmo alinhamento da barragem / vertedouro. A estrutura existente é dotada de uma comporta metálica, com acionamento por volante.

A estrutura da tomada de água será reforçada e ampliada, para a instalação de grade grossa a montante, e de comportas para controle da vazão e operações de manutenção do canal de adução.

As novas comportas de aço, com vãos de 1,0 m de altura por 1,5 m de largura, serão instaladas no alinhamento da estrutura existente.

De modo a acomodar os novos equipamentos hidromecânicos, a estrutura da tomada de água atual, constituída por uma simples estrutura de alvenaria de tijolos, será substituída por uma nova em concreto. Para a construção da nova estrutura da tomada de água, serão necessários ajustes no canal de aproximação, com escavação em rocha.

3.4.3 Canal de adução

A estrutura do canal de adução será ajustada, com alargamento da sua seção transversal e relocação do muro lateral esquerdo.

Para tanto, o alinhamento do canal existente será mantido ao longo de toda a extensão, e o alargamento da sua seção transversal se dará na lateral esquerda, onde atualmente se encontra o muro lateral, também constituído de alvenaria de tijolos.

Para tanto, será removido o muro, e executada uma laje de fundo, de largura variável, de modo a proporcionar uma largura livre mínima de 3,50 m ao longo de todo o canal. Na extremidade esquerda da laje, será construído o novo muro lateral, com crista na elevação 190,50 m no seu trecho inicial, até o pontilhão de acesso ao volante de acionamento da descarga de fundo, e a partir deste ponto, na elevação 191,50 m, até atingir a casa de força.

Na extremidade de jusante, o coroamento do muro passará à elevação 194,00, de modo a evitar seu alagamento em eventos de cheias extremas, protegendo assim o entorno da estrutura de casa de força existente.

3.4.4 Casa de força

Os equipamentos de geração instalados na casa de força existente se encontram em precárias condições de operação. Além de possuírem concepção de projeto antiga, apresentam baixo rendimento, motivo pelo qual será necessário substituí-los por novos, mais modernos e adequados aos conceitos atuais de operação de centrais geradoras hidrelétricas.

A estrutura existente da casa de força possui dimensões incompatíveis com os novos equipamentos a serem instalados. Para acomodar o novo conjunto turbina e gerador, do tipo hélice com caixa aberta, a estrutura atual será reformada, de modo a ter suas dimensões compatíveis com os equipamentos de geração a serem instalados.

A operação será automatizada, com supervisão e controle realizados de forma remota, através de painéis de operação e controle compatíveis com esta filosofia de operação, que dispensará a presença permanente de operadores no local.

A tabela31 apresenta as características principais dos equipamentos de geração a serem instalados para a reativação da CGH Subida.

TURBINA	
TIPO	hélice, de caixa aberta
POTÊNCIA NOMINAL	300 kW
DIÂMETRO DO ROTOR	1300 mm
VELOCIDADE	200 rpm
GERADOR	
POTÊNCIA NOMINAL	300 kW 375 KVA
VELOCIDADE	200 rpm
TENSÃO DE GERAÇÃO	480 V

Tabela 31: Características principais dos equipamentos de geração

Fonte: Autoria Própria

Para a operação do equipamento de geração, será instalado um painel de controle e proteção (PCP), dotado de equipamento supervisão e banco de baterias.

O painel será composto pelos seguintes itens:

- disjuntor tripolar caixa aberta, 450V, motorizado;
- transformadores de corrente; - retificador com banco de baterias;
- distribuição CC;
- distribuição CA;
- CLP para controle e automação;
- Interface usuário máquina;
- regulador de tensão e velocidade;
- relé de proteção para gerador.

4. ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA

4.1 - DEMONSTRAÇÃO DO FLUXO DE CAIXA

A Demonstração do Fluxo de Caixa (DFC) é uma demonstração contábil estritamente financeira que evidencia as entradas e saídas de dinheiro no decorrer de um determinado período, possibilitando, conseqüentemente, melhor avaliação, por parte dos usuários da informação contábil, da capacidade de geração de caixa e das condições de liquidez e solvência da entidade.

Para Ribeiro (2008, p. 72), “trata-se de uma demonstração sintetizada dos fatos administrativos que envolvem os fluxos de dinheiro ocorridos durante um determinado período, devidamente registrados a débito (entradas) e a crédito (saídas) da conta caixa”. É um relatório contábil que tem por objetivo evidenciar o que está provocando as variações positivas e negativas do caixa durante aquele determinado período. Segundo Azevedo (2008), as informações sobre o fluxo de caixa são importantes aos gestores da entidade e aos demais usuários da informação contábil, pois proporcionam:

- Uma base para avaliar a capacidade da entidade gerar caixa e honrar seus compromissos;
 - Se a entidade está gerando fluxos de caixa positivo ou negativa;
 - Demonstrar as necessidades de financiamento;
 - Demonstrar de onde vem o dinheiro e para onde está sendo destinado;
 - O grau de precisão das estimativas passadas de fluxos futuros de caixa;
 - Informar o critério adotado para a distribuição de lucros/dividendos;
 - Informar se a entidade vem obtendo empréstimo e o seu montante.
-

São informações significativas e úteis tanto para o longo prazo quanto para o curto prazo, ou seja, o controle de caixa possibilita a programação de compras, gastos, investimentos, contratação de empréstimos e respectivos prazos, parcelamentos etc.

O fluxo de caixa pode ser tanto realizado como projetado. O fluxo de caixa realizado é a movimentação real da empresa, aquilo que aconteceu de fato. Já o fluxo de caixa projetado é como se fosse um orçamento, seria aquilo que se espera que aconteça. Logo, passado determinado período, a entidade confronta o fluxo de caixa realizado com o fluxo de caixa esperado para então analisar as variações ocorridas e os motivos que levaram a tal.

4.2 DEMONSTRAÇÃO DE RESULTADO DO EXERCÍCIO

A Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) é a apresentação em forma resumida da movimentação econômica da empresa de um determinado período, com intuito de evidenciar o resultado líquido, seja este negativo, positivo ou nulo. Na determinação do resultado do exercício serão computados:

- a) as receitas e os rendimentos ganhos no período, independentemente da sua realização em moeda;
- b) os custos, despesas, encargos e perdas, pagos ou incorridos, correspondentes a essas receitas e rendimentos.

Dessa forma, esses aspectos são condizentes a dois princípios contábeis denominados respectivamente como sendo:

- Princípio da Realização da Receita.
- Princípio do Confronto das Despesas.

Com base nesse primeiro princípio, as receitas são reconhecidas a partir do momento em que são realizadas, ou seja, quando há o repasse de mercadorias, produtos ou serviços, indiferente se nestas transações houver ou não o pagamento a vista. Segundo Ludícibus e Marion (2002, p. 105), “escolhe-se como ponto normal de reconhecimento da receita aquele em que produtos ou serviços são transferidos ao cliente e não, propriamente, o ponto em que o dinheiro é recebido (daí os nomes genéricos, quando de Regime da Competência como oposto ao Regime de Caixa)”.

Já pelo princípio do Confronto das Despesas, pode-se dizer que este está intimamente ligado ao princípio da Realização da Receita, ou seja, as despesas devem ser reconhecidas contabilmente a partir do momento ou do período em que gerarem receitas. De acordo com a NBC T 3.5, a demonstração do resultado do exercício, observando o princípio de competência, evidenciará a formação dos vários níveis de resultados mediante confronto entre as receitas, e os correspondentes custos e despesas. De acordo com Marion (2008, p. 91), “a demonstração de resultado do exercício é um resumo ordenado das receitas e despesas da empresa em determinado período, normalmente 12 meses.

Conforme Ludícibus, Martins e Gelbcke (2007, p. 8), “as receitas e despesas são apropriadas ao período em função de sua incoerência e da vinculação da despesa à receita, independente de seus reflexos no caixa”.

4.3 ORÇAMENTO GERAL PARA IMPLANTAÇÃO DA OBRA (CAPEX)

O investimento inicial para o projeto de uma CGH (Central Geradora Hidrelétrica) é elevado e traz um retorno, geralmente, mais lento do que algumas aplicações financeiras comuns. Então, o presente trabalho traz o estudo da viabilidade econômica da reativação de uma CGH, a fim de mitigar os riscos do projeto e apurar as expectativas econômicas.

Desse modo, é realizada a análise de viabilidade econômica do projeto apresentado neste trabalho. Para tal fim, serão analisados o valor do investimento inicial, o fluxo de caixa, que serão a base de cálculo do VPL e outros indicadores econômicos para inferir se o projeto é economicamente viável ou não.

Apresenta-se na tabela 32 o quadro resumo do orçamento, conforme determina o Manual de Plano de Contas Padrão da ELETROBRÁS para Usinas Hidrelétricas.

CONTA	ITEM	CUSTO TOTAL R\$
.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SOCIOAMBIENTAIS	40.005,00
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENFEITORIAS	142.443,00
.12.	BARRAGENS E ADUTORAS	93.142,11
.13.	TURBINAS E GERADORES	265.650,00
.14.	EQUIPAMENTO ELÉTRICO ACESSÓRIO	198.030,00
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA	21.000,00
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES	0,00
	CUSTO DIRETO	760.270,11
.17.	CUSTOS INDIRETOS	49.350,00
	CUSTO TOTAL	809.620,11

Tabela 32: Quadro resumo do orçamento

Fonte: Autoria Própria

Pode-se observar na tabela que o custo final do investimento para o projeto será de R\$ 809.620,11.

4.4 ESTIMATIVA DA RECEITA BRUTA

A vazão do rio não permanece constante durante o ano, assim, as máquinas não trabalham com a máxima capacidade e a potência instalada é diferente da potência assegurada. As usinas a fio d'água, de acordo com a NT 128/2009 – SEM/ANEEL, não são estáveis em sua operação. Então, a potência referência é à média da geração da usina dos últimos 5 anos no patamar carga pesada, também é calculada uma vez por ano.

A perdas por transmissão devem ser levadas em consideração no estudo de viabilidade do projeto. Será considerado o valor de 5% pois a distância até a rede da concessionária é pequena.

A energia gerada pela CGH Subida será vendida conforme Resolução Normativa Nº 482/2012 para um consórcio de geração distribuída, no valor de R\$ 250,00 por MWh que será atualizado pelo Índice Geral de Preços do Mercado (IGPM),

cujo valor, atualmente, é de 4%. Toda energia será vendida ao consórcio, sem que haja um consumo próprio relevante, apenas uma pequena parcela que não tem impacto na produção total.

As tabelas a seguir mostram os valores considerado para o cálculo da receita gerada e seu valor.

Potência instalada da usina [MW]	0,3
Energia assegurada [MWh]	0,17176787
Perdas no sistema de transmissão	5%

Taxa do IGPM	4%
---------------------	----

Tabela 33: Quadro resumo do orçamento.

Fonte: Autoria Própria

O prazo total de implantação de uma CGH possui previsão de duração de 6 meses.

4.5 IMPOSTA E TAXAS

a) ISS

Imposto sobre serviços, será incidido sobre o serviço de geração de energia, é um imposto municipal. No Município de Benedito Novo, onde se situa a CGH, o ISS é de 3%.

b) PIS/COFINS

- PIS: 0,65% da receita bruta;
- COFINS: 3,00% da receita bruta.

Sendo assim, agregando as taxas, a tributação de PIS/COFINS é de 3,65% em cima da receita bruta.

c) Imposto de Renda para Pessoa Jurídica (IRPJ) e CSLL:

No regime de lucro presumido, temos:

- Presunção de lucro para serviços em geral é de 32% sobre a receita bruta;
- Imposto de Renda de 25%;
- CSLL de 9%;
- $IR + CSLL = 32\% \times (25\% + 9\%) = 10,88\%$

4.6 CUSTOS OPERACIONAIS (OPEX) E DEPRECIAÇÃO

a) Operação e Manutenção

A Operação e Manutenção do empreendimento foi calculada com base nas características da necessidade do empreendimento. Para o projeto será gasto R\$ 12 mil por ano para o O&M.

b) Depreciação

Para o projeto a taxa de depreciação anual foi baseada na depreciação linear, a qual a carga total de depreciação será dividida por igual no decorrer dos anos, para cada equipamento. Não foi considerado a depreciação no ano zero pois começará quando o projeto estiver em operação.

4.7 RESULTADO DO FLUXO DE CAIXA

O demonstrativo de resultado do exercício de fluxo de caixa é um relatório que mostra um resumo financeiro das atividades operacionais e não operacionais de uma empresa em determinado período. No caso da CGH Subida foi considerado o valor de R\$ 250,00 MWh e energia gerada de 0.171 MWh. Considerando 8760 horas/ano temos um total de 1.497,96 MWh/Ano. O fluxo de caixa do projeto será demonstrado nas tabelas 34,35 e 36:

	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
(-) Investimento	-	(809.620)									
(+) Receita Operacional Bruta			357.363	371.658	386.524	401.985	418.064	434.787	452.178	470.265	489.076
Venda de energia			357.363	371.658	386.524	401.985	418.064	434.787	452.178	470.265	489.076
Outras receitas											
(=) Receita Operacional Bruta			357.363	371.658	386.524	401.985	418.064	434.787	452.178	470.265	489.076
(-) PIS COFINS			13.044	13.566	14.108	14.672	15.259	15.870	16.505	17.165	17.851
(=) Receita Operacional Líquida			344.319	358.092	372.416	387.312	402.805	418.917	435.674	453.101	471.225
(-) Custos e Despesas:											
O&M			12.000	12.480	12.979	13.498	14.038	14.600	15.184	15.791	16.423
TUSD			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outras despesas			35.736	37.166	38.652	40.198	41.806	43.479	45.218	47.027	48.908
Depreciação contábil			26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717
Taxas COEE e ONS			-	-	-	-	-	-	-	-	-
(=) RESULTADO OPERACIONAL	-	(809.620)	269.866	281.729	294.067	306.898	320.243	334.121	348.555	363.566	379.177
EBITDA			296.583	308.446	320.784	333.616	346.960	360.839	375.272	390.283	405.894
(+) Empréstimo	-	-									
(-) Juros			-	-	-	-	-	-	-	-	-
(=) Fluxo de Caixa do acionista antes do IR/CSLL	-	(809.620)	269.866	281.729	294.067	306.898	320.243	334.121	348.555	363.566	379.177
(-) IR	-	-	28.589	29.733	30.922	32.159	33.445	34.783	36.174	37.621	39.126
(-) CSLL			10.292	10.704	11.132	11.577	12.040	12.522	13.023	13.544	14.085
(=) Fluxo de Caixa do acionista APOS IR/CSLL	-	(809.620)	230.984	241.293	252.013	263.162	274.757	286.816	299.358	312.401	325.965
(+) Depreciação Contábil			26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717
(-) Amortização			-	-	-	-	-	-	-	-	-
(=) Fluxo de Caixa do acionista - FINAL	-	(809.620)	257.702	268.010	278.730	289.880	301.475	313.534	326.075	339.118	352.683

Tabela 34:

Fonte: Autoria Própria

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
508.639	528.985	550.144	572.150	595.036	618.837	643.591	669.334	696.108	723.952	752.910	783.026	814.348	846.921	880.798
508.639	528.985	550.144	572.150	595.036	618.837	643.591	669.334	696.108	723.952	752.910	783.026	814.348	846.921	880.798
508.639	528.985	550.144	572.150	595.036	618.837	643.591	669.334	696.108	723.952	752.910	783.026	814.348	846.921	880.798
18.565	19.308	20.080	20.883	21.719	22.588	23.491	24.431	25.408	26.424	27.481	28.580	29.724	30.913	32.149
490.074	509.677	530.064	551.266	573.317	596.250	620.100	644.904	670.700	697.528	725.429	754.446	784.624	816.009	848.649
17.080	17.763	18.473	19.212	19.981	20.780	21.611	22.476	23.375	24.310	25.282	26.293	27.345	28.439	29.577
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.864	52.898	55.014	57.215	59.504	61.884	64.359	66.933	69.611	72.395	75.291	78.303	81.435	84.692	88.080
26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
395.413	412.298	429.858	448.121	467.115	486.868	507.412	528.777	550.997	574.105	598.138	623.132	649.126	676.160	704.275
422.130	439.015	456.576	474.839	493.832	513.586	534.129	555.494	577.714	600.823	624.856	649.850	675.844	702.878	730.993
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
395.413	412.298	429.858	448.121	467.115	486.868	507.412	528.777	550.997	574.105	598.138	623.132	649.126	676.160	704.275
40.691	42.319	44.012	45.772	47.603	49.507	51.487	53.547	55.689	57.916	60.233	62.642	65.148	67.754	70.464
14.649	15.235	15.844	16.478	17.137	17.823	18.535	19.277	20.048	20.850	21.684	22.551	23.453	24.391	25.367
340.073	354.744	370.003	385.872	402.375	419.539	437.389	455.953	475.260	495.339	516.222	537.939	560.525	584.015	608.444
26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
366.790	381.462	396.720	412.589	429.093	446.256	464.107	482.671	501.978	522.057	542.939	564.657	587.243	610.733	635.162

Tabela 35:

Fonte: Autoria Própria

25	26	27	28	29	30
916.030	952.671	990.778	1.030.409	1.071.626	1.114.491
916.030	952.671	990.778	1.030.409	1.071.626	1.114.491
916.030	952.671	990.778	1.030.409	1.071.626	1.114.491
33.435	34.773	36.163	37.610	39.114	40.679
882.595	917.899	954.615	992.799	1.032.511	1.073.812
30.760	31.990	33.270	34.600	35.984	37.424
-	-	-	-	-	-
91.603	95.267	99.078	103.041	107.163	111.449
26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717
-	-	-	-	-	-
733.515	763.924	795.550	828.441	862.647	898.222
760.232	790.642	822.267	855.158	889.364	924.939
-	-	-	-	-	-
733.515	763.924	795.550	828.441	862.647	898.222
73.282	76.214	79.262	82.433	85.730	89.159
26.382	27.437	28.534	29.676	30.863	32.097
633.851	660.274	687.753	716.332	746.054	776.965
26.717	26.717	26.717	26.717	26.717	26.717
-	-	-	-	-	-
660.568	686.991	714.471	743.050	772.772	803.682

Tabela 36:

Fonte: Autoria Própria

O fluxo de caixa auxilia na avaliação geral do empreendimento e também é de fácil compreensão. Com essas informações é possível analisar o lucro líquido do empreendimento e observar a eficiência do negócio.

4.8 INDICADORES ECONÔMICOS

Os indicadores considerados no projeto para a análise da viabilidade econômica são:

a) Taxa interna de retorno (TIR).

A taxa interna de retorno é uma taxa de desconto hipotética que, quando aplicada ao fluxo de caixa, faz com que os valores das despesas, trazidos ao valor presente, seja igual aos valores dos retornos dos investimentos, também trazidos ao presente. Os investimentos que tivessem uma taxa interna de retorno maior que a taxa mínima de atratividade devem ser escolhidos.

Para o projeto em questão a TIR é de 35,8%.

4.8.1 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE

A taxa mínima de atratividade (TMA), representa o mínimo que um investidor está disposto a ganhar, ou o máximo que alguém está disposto a pagar ao fazer um financiamento. Pode ser definido como o retorno mínimo exigido sobre aquele capital, dado o risco envolvido. O modelo mais comumente utilizado para calculá-lo é o CAPM – Capital Assets Pricing Model ou Modelo de Formação de Preços de Ativos. Sua equação é:

$$k_e = R_f + \beta \times (k_m - R_f)$$

Em que:

- k_e é o retorno mínimo esperado do ativo;
- R_f é a taxa livre de risco, comumente medida pelo retorno de uma letra do Tesouro dos Estados Unidos. A taxa livre de risco utilizada foi calculada com base na média aritmética do rendimento dos títulos do governo dos Estados Unidos com

vencimento de dez anos no período compreendido entre janeiro de 1995 e dezembro de 2017, o que resultou em uma taxa de juros anual média de 4,07%;

- β é uma medida relativa de risco não diversificável. No caso de um projeto como a construção de uma minicentral hidrelétrica, não é possível obter um β de projetos passados, pois tais ativos não são negociados em bolsa. Portanto o β foi calculado usando os dados de empresas negociadas em bolsa que estejam envolvidas em atividades de geração de energia. Os β s para as empresas:

AES Tietê: 0.58

Engie: 0.56

CPFL: 0.67

Média 0.60

- K_m é o retorno esperado do mercado, portanto o componente ($K_m - R_f$) compõe o prêmio por risco do mercado. O prêmio calculado 6,66% com base Spread médio anual entre S&P 500 e US T-Bill (últimos 50 anos)

Com esses dados, a partir da fórmula utilizada, obtém-se uma taxa mínima de atratividade de 8.06%. Logo, o projeto é viável economicamente, por esse indicador.

4.8.2 Valor presente líquido

O valor presente líquido (VPL) é a fórmula matemático-financeira capaz de determinar o valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros apropriada, menos o custo do investimento inicial. Basicamente, é o cálculo de quanto os futuros pagamentos somados a um custo inicial estariam valendo atualmente.

Para o caso estudado o VPL é de R\$ 1.175.602. Conforme visto, o resultado é bastante atraente. Porém, há variáveis não controladas que impactam diretamente no resultado da análise de viabilidade econômica como a inflação. Segundo Barbieri:

Um projeto de investimento convencional apresenta desembolsos, na fase inicial e recebimentos, nos períodos futuros. Claro que para haver retorno sobre o investimento, será necessário que o total das entradas de caixa supere o das saídas. Dessa forma, admitida uma taxa de juros mínima aceitável pelo investidor, denominada Taxa

Mínima de Atratividade (TMA), o projeto de investimento terá condições de ser aceito, se o Valor Presente Líquido (VPL) do fluxo de caixa não for negativo (2007, p.132).

c) Payback.

Payback é o tempo de retorno desde o investimento inicial até aquele momento em que os rendimentos acumulados se tornam iguais ao valor desse investimento. Na tabela 37 demonstra esse resultado.

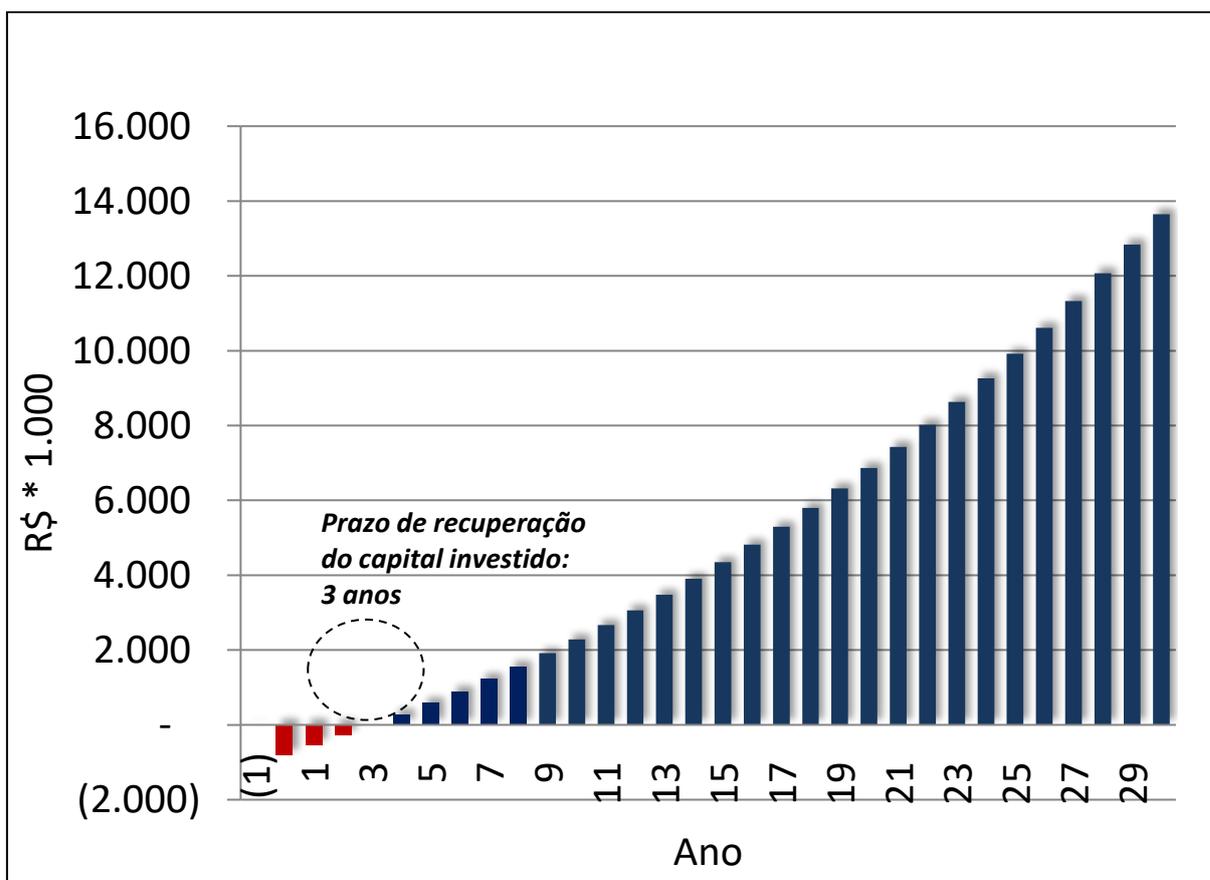


Tabela 37: Prazo de recuperação do capital.

Fonte: Autoria Própria

Conforme figura acima o payback do projeto será de 3 anos, sendo um valor bem atrativo para investidores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da viabilidade econômica da reativação da central geradora hidrelétrica, desenvolvido neste trabalho, apresentou resultados satisfatórios que podem atrair possíveis investidores. As análises mostram que a geração de energia de uma CGH deve ser criteriosamente analisada, pois um dimensionamento incorreto pode comprometer a viabilidade do empreendimento.

O estudo de viabilidade da reativação da CGH Subida pode ser dividido em duas etapas: a primeira; o levantamento técnico e estrutural do empreendimento a fim de subsidiar dados para a segunda etapa que é o estudo de viabilidade econômica do projeto que traz a análise do fluxo de caixa e os principais indicadores econômicos do projeto.

De acordo com a primeira etapa, levantamento técnico e estrutural, a CGH Subida está em bom estado estrutural, mas é necessário fazer diversas mudanças para a adequação dos novos equipamentos. Também podemos observar que a maior parcela do custo da reativação é o investimento inicial que contempla os custos de aquisição de equipamentos, da aquisição de materiais e a da execução das obras. Após a entrada em operação, o custo considerável é a manutenção e operação da CGH.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, Osmar Reis. **DVA x DFC**. São Paulo: IOB, 2008.

BARBIERI, José Carlos. **Taxa Interna de Retorno**. 2007.

BRASIL. **Empresa de Pesquisa Energética**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt>. Acesso em: 10/05/2019.

BRASIL. **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/>. Acesso em: 10/06/2019.

BRASIL. **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em: 10/06/2019.

ELETROBRÁS. **Instruções para estudos de viabilidade de aproveitamentos hidrelétricos**. ELETROBRÁS/DNAEE, Rio de Janeiro, abril/1997.

ELETROSUL. **Bacia hidrográfica do rio Uruguai: estudo de inventário hidroenergético**. Eletrosul/CNEC. 1981.

ELETROBRÁS. **Diretrizes para Estudos e Projetos Básicos de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH**. 2000.

IUDÍCIBUS, Sérgio de; MARTINS, Eliseu; GELBCKE, Ernesto Rubens. **Manual de contabilidade das Sociedades por Ações**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

IUDÍCIBUS, Sérgio de; MARION, José Carlos. **Introdução a Teoria da Contabilidade**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Normas Brasileiras de Contabilidade - NBC. **NBC T 3.5**. Disponível em: <<http://www.cfc.org.br/sisweb/sre/Default.aspx>>. Acesso em: 12 abr. 2010.

MARION, José Carlos. **Contabilidade básica**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

RIBEIRO, Osni Moura. **Demonstrações financeiras**: mudanças na lei das sociedades por ações. São Paulo: Saraiva, 2008.
