



FUNDAÇÃO
GETULIO VARGAS

**FGV Management
MBA do Setor Elétrico**

TRABALHO DE CONCLUSÃO
DE CURSO

Análise da Viabilidade Econômica na utilização de geradores fotovoltaicos em complemento a Centrais Geradoras Hidrelétricas

Elaborado por:

José Luis Oliveira de Magalhães Junior

**Trabalho de Conclusão de Curso do
MBA do Setor Elétrico**

Prof. Orientador:

Diogo Mac Cord

**Curitiba
Fevereiro/2016**

JOSÉ LUIS OLIVEIRA DE MAGALHÃES JUNIOR

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA NA UTILIZAÇÃO DE GERADORES FOTOVOLTAICOS EM COMPLEMENTO A CENTRAIS GERADORAS HIDRELÉTRICAS

Prof. Orientador: Diogo Mac Cord de Faria

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso MBA do 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 SE/13.

Curitiba – PR
2016

O Trabalho de Conclusão de Curso

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA NA UTILIZAÇÃO DE GERADORES FOTOVOLTAICOS EM COMPLEMENTO A CENTRAIS GERADORAS HIDRELÉTRICAS

Elaborado por José Luis Oliveira de Magalhães Junior e aprovado pela Coordenação Acadêmica foi aceito como pré-requisito para a obtenção do MBA do Setor Elétrico, Curso de Pós-Graduação *lato sensu*, Nível de Especialização, do Programa FGV Management.

Data da aprovação: ____ de _____ de _____

Coordenador Acadêmico
Fabiano Simões Coelho

Professor Orientador
Diogo Mac Cord de Faria

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus filhos Guilherme, Lucca e Agatha, motivadores incondicionais de meus esforços em vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, arquiteto do universo, pelo dom da vida.

Ao Exército Brasileiro, instituição que me proveu com todo arcabouço intelectual e moral, fundamentais a minha formação como homem, cidadão e patriota.

Por fim, à minha esposa Laira, pela compreensão aos momentos de ausência, necessários aos estudos e a confecção deste trabalho.

TERMO DE COMPROMISSO

O aluno José Luis Oliveira de Magalhães Junior, abaixo-assinado, do Curso MBA do Setor Elétrico do Programa FGV Management, realizado nas dependências da instituição conveniada ISAE, no período dede..... a de, declara que o conteúdo do trabalho de conclusão de curso intitulado: ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA NA UTILIZAÇÃO DE GERADORES FOTOVOLTAICOS EM COMPLEMENTO A CENTRAIS GERADORAS HIDRELÉTRICAS é autêntico, original, e de sua autoria exclusiva.

Curitiba-PR, 16 de fevereiro de 2016.

José Luis Oliveira de Magalhães Junior

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
2	CENTRAIS GERADORAS HIDRELÉTRICAS (CGH)	11
2.1.1	Definição	11
2.1.2	Viabilidade	11
3	USINAS FOTOVOLTAICAS	12
3.1.1	Definição	12
3.1.2	Viabilidade	12
4	ESTUDO DA COMPLEMENTARIEDADE ENTRE A FONTE SOLAR E HIDRICA ..13	
4.1.1	Introdução.....	13
4.1.2	Complementariedade.....	13
4.1.3	Complementariedade econômica.....	14
4.1.4	Metodologia da análise da Complementariedade no tempo	14
5	ESTUDO DE CASO: VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DA CGH CAMPESTRINHO – SEM A UFV	16
5.1.1	Localização.....	16
5.1.2	Análise Hidrológica da CGH Campestrinho	17
5.1.3	Base de dados	19
5.1.4	Geração da Série Histórica	20
5.1.5	Série gerada para o local do aproveitamento.....	22
5.1.6	Curva de Permanência das Vazões Médias Mensais.....	24
5.1.7	Perda de Carga no Circuito de Geração.....	26
5.1.8	Estudos Energéticos e hidrológicos.....	27
5.1.9	Parâmetros do Estudo	27
5.1.10	Simulação energética.....	28
5.1.11	Estudo econômico e faturamento da usina	32
5.1.12	Análise da CGH sem a UFV Campestrinho	36
6	ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA UFV NA REGIÃO DA CGH CAMPESTRINHO	36
6.1.1	Materiais e equipamentos	36
6.1.2	Fator de Capacidade	37

6.1.3	Premissas para os Estudos Financeiros	38
6.1.4	Análise das simulações	38
6.1.5	Fluxo de Caixa para o sistema híbrido	40
7	CONCLUSÃO	42
8	BIBLIOGRAFIA	43

RESUMO

Dentre os sistemas de geração de pequeno porte baseados exclusivamente em uma fonte de energia, alguns têm alcançado competitividade técnica e econômica em várias aplicações. Destacam-se aí as Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) com potência instalada de até 3MW. Nesse contexto a junção desta fonte com sistemas de geração solar, com o objetivo de aumentar a capacidade de geração, pode aumentar o rendimento da geração e consequentemente alavancar os rendimentos. Mesmo custos iniciais elevados, podem resultar em índices razoáveis de aumento de geração, ainda mais se estas fontes se apresentarem complementares no tempo. Tal solução pode viabilizar empreendimentos do ponto de vista econômico, já que aumenta a geração de energia nos períodos de seca que, geralmente coincidem com os períodos de maior insolação. Nesse contexto, durante o período de escolha do potencial hidrelétrico a ser explorado, o empreendedor poderá adicionar o fator de complementariedade da fonte solar, na escolha do empreendimento. Ou ainda, para as CGH já implantadas, poderão ser feitos estudos no sentido de verificar a viabilidade técnica-econômica da implantação da usina solar em suas hidrelétricas. Nesse sentido, foi utilizado o mapa de insolação do INPE e, feitos cálculos de potencial solar para a CGH Campestrinho Ltda. no município de Divinolândia, no estado de São Paulo. É feita uma análise da questão da complementariedade com ênfase entre as energias hidrelétrica e fotovoltaica. Por fim, foi utilizado como estudo a simulação, com diversos cenários de implantação de uma usina solar fotovoltaica junto a CGH Campestrinho; com a finalidade de verificar a viabilidade econômica da futura UHFV (Usina Hídrica Fotovoltaica).

Palavras-chave: Energia solar, CGH, hidrelétrica, geração, fotovoltaica, UHFV.

1 INTRODUÇÃO

Sendo o Brasil um país essencialmente dependente da fonte hidrelétrica, faz-se necessária a procura de alternativas energéticas, com o objetivo de diversificar e reduzir os riscos inerentes a essa concentração hídrica. Nesse sentido, a procura por fontes alternativas como a energia solar é de fundamental importância para a diversificação e o aumento da segurança energética nacional.

O aproveitamento de um potencial hidráulico para geração de energia, com potência instalada inferior a 3 MW, é definido como Central Geradora Hidrelétrica – CGH –, conforme mostrado no Guia do Empreendedor de Pequenas Centrais Hidrelétricas. As CGHs independem de concessão ou autorização, devendo, apenas, ser realizado um registro na Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

O principal benefício de uma CGH é a geração de energia e conseqüentemente sua comercialização com a finalidade de trazer benefício financeiro. O valor desse benefício varia com uma série de fatores como a utilização da energia, a disponibilidade de outros recursos, o custo com a interligação com um sistema de distribuição, a tarifa de compra de energia e a tarifa de venda de energia. Por outro lado, a construção de uma CGH envolve uma série de custos com estudos iniciais, desenvolvimento, projetos, equipamentos, estruturas, operação e manutenção.

Atualmente, o custo de uma CGH encontra-se na faixa de R\$ 5.000,00 por quilowatt instalado. Entretanto, esse valor irá variar em função da escolha do arranjo, do dimensionamento dos equipamentos e das estruturas.

Nesse contexto, a utilização da fonte solar, como complemento a geração hídrica, pode tornar-se a solução para a viabilidade de empreendimentos até então inviáveis, ou simplesmente, aumentar os retornos financeiros, já que, além de aumentar a energia gerada, utilizaria a mesma estrutura de distribuição da CGH.

Este trabalho abordará o estudo de viabilidade econômica na utilização de painéis fotovoltaicos junto a Centrais Geradoras Hidrelétricas. Com estudo de caso, analisaremos a CGH Campestrinho, localizada em Divinolândia, estado de São Paulo, cuja composição da

CGH é de uma única turbina, do tipo Francis, com potência instalada de 450kW e um gerador de 500 kVA.

2 CENTRAIS GERADORAS HIDRELÉTRICAS (CGH)

2.1.1 Definição

A Centrais Geradoras Hidrelétricas definisse como todo aproveitamento hídrico com potência de até 3,0MW (três megawatts).

Cabe ressaltar que estes aproveitamentos podem ser executados por pessoa física ou jurídica, devendo este obter a autorização do órgão ambiental competente. Nesse sentido, cabe a ANEEL, somente informação para que esta proceda o respectivo registro.

2.1.2 Viabilidade

A viabilidade de CGH dependerá de vários fatores, sendo estes não somente a potência instalada do empreendimento. Estes fatores variam desde a queda, tipo de solo, vazão, fluência, etc.

De fato, ao se avaliar a viabilidade de um empreendimento hidrelétrico, o empreendedor deverá executar estudo preliminar minucioso de forma a basear o investimento ou não.

Apesar desta recomendação, a boa prática tem verificado que muitos investidores ignoram esta fase, ou mesmo “economizam” ao executar estudos superficiais e sem o detalhamento necessário. Um exemplo clássico desta deficiência seria a ausência de estudos geotécnicos, cuja execução detalhada, poderia inviabilizar um empreendimento a primeira vista “viável”.

Nessa linha, percebe-se que, quanto mais estudos são feitos na fase preliminar maior será a confiabilidade e mais próximo da realidade será o projeto.

3 USINAS FOTOVOLTAICAS

3.1.1 Definição

Este tipo de energia é aquela advinda da transformação da luz solar em eletricidade. Primeiramente observado por Edmond Becquerel, tem como princípio básico o surgimento de uma diferença de potencial entre os terminais de um semicondutor sujeito aos fótons contidos na luz solar.

3.1.2 Viabilidade

Sendo a geração deste tipo de fonte diretamente proporcional a luz solar sua viabilidade estará diretamente ligada a quantidade de exposição dos painéis fotovoltaicos a esta energia luminosa. Contudo, da mesma forma que na fonte hídrica, este não é o único fator a ser considerado na implantação de uma UFV (usina foto voltaica). Considerações tais como: os custos dos painéis e toda a infraestrutura necessária, distância até a conexão, custo da energia, variação cambial, etc.

Ainda, segundo o Professor Ricardo Aldabó Lopez em seu livro “Energia Solar para produção de eletricidade”, deverá ser observado o seguinte roteiro para implantação de um empreendimento de energia Solar:

- Determinar o consumo e o potencial de melhoramento na eficiência energética;
 - Determinar o recurso solar disponível no local;
 - Verificar eventuais incentivos;
 - Verificar as normas e regulamentações;
 - Obter licenças e permissões necessárias;
 - Verificar a performance do sistema (comissionamento).
-

4 ESTUDO DA COMPLEMENTARIEDADE ENTRE A FONTE SOLAR E HIDRICA

4.1.1 Introdução

Muitas são as dificuldades de implantação de fontes renováveis de energia. A sua sazonalidade, a dependência da natureza para geração e seus altos custos estão entre os fatores principais na firmamento destes tipos de fontes.

Nesse contexto, a utilização de mais de uma fonte de energia, possivelmente apresentando algum tipo de complementariedade, pode amenizar as exigências sobre o controle e garantir melhor rendimento ao conjunto formado pela CGH e pela UFV (usina fotovoltaica).

Desta forma, faremos um estudo da complementariedade entre fontes de energia, com ênfase na complementariedade no tempo e espaço entre as energias hidrelétrica e fotovoltaica, além de uma avaliação dos diferentes graus de complementariedade. Esta avaliação, em caráter preliminar, tem como objetivo dar subsídio para o estudo da complementariedade para a implantação da UFV Campestrinho junto a CGH Campestrinho em Divinolândia, estado de São Paulo.

4.1.2 Complementariedade

Segundo Alexandre Belucco a palavra complementariedade pode ser interpretada como “capacidade para servir de complemento”.

Neste contexto, podemos ir mais além e definir esta complementariedade em duas componentes: espaço e tempo. Para a complementariedade no espaço, ou simplesmente espacial, definiremos como aquela onde duas fontes dividem um mesmo espaço físico para geração. Já a complementariedade no tempo, ou temporal, definiremos como aquela onde as fontes de complementam durante um certo período de tempo, neste caso, dependeria diretamente das características climáticas da região em estudo.

Como exemplo, podemos citar a complementariedade espacial, entre um fonte solar e hídrica em uma mesma região. Fica claro que este tipo de complementariedade esta

diretamente dependente da disponibilidade do empreendedor de propriedades que fiquem a cavaleiro da usina hidrelétrica.

Da mesma forma, a complementariedade temporal, entre uma fonte solar e hídrica dependerá exclusivamente das condições climáticas da região em estudo. Ou seja, pressupõe-se, que nos períodos de maior insolação coincidam com os períodos de menos fluência. Cabe ressaltar que esta complementariedade, dificilmente será “perfeita”.

4.1.3 Complementariedade econômica

O julgamento da complementariedade, do ponto de vista econômico, apenas avalia a complementariedade como fator de lucro e retorno financeiro. Ou seja, nos meses de menor fluência da CGH, a UFV entraria como fonte financeira complementar, aumentando assim, o fluxo de caixa da CGH. Cabe ainda ressaltar que, a complementariedade estudada sobre o foco do planejamento energético de atendimento a carga, tem como meta principal, manter o suprimento energético e não tão somente o fator econômico. Para o nosso caso em particular, faremos um estudo da complementariedade sobre o foco de retorno financeiro de uma CGH, ou econômico, com o objetivo de aumentar o fator de capacidade da usina e, conseqüentemente, alavancar seu retorno financeiro.

4.1.4 Metodologia da análise da Complementariedade no tempo

Para efeito deste trabalho, o cálculo da insolação média será baseado no atlas solarimétrico do Brasil. Contudo, para uma análise mais precisa, faz-se necessária a instalação de estações piranométricas na região onde serão instalados os painéis por um período de pelo menos 12 meses.

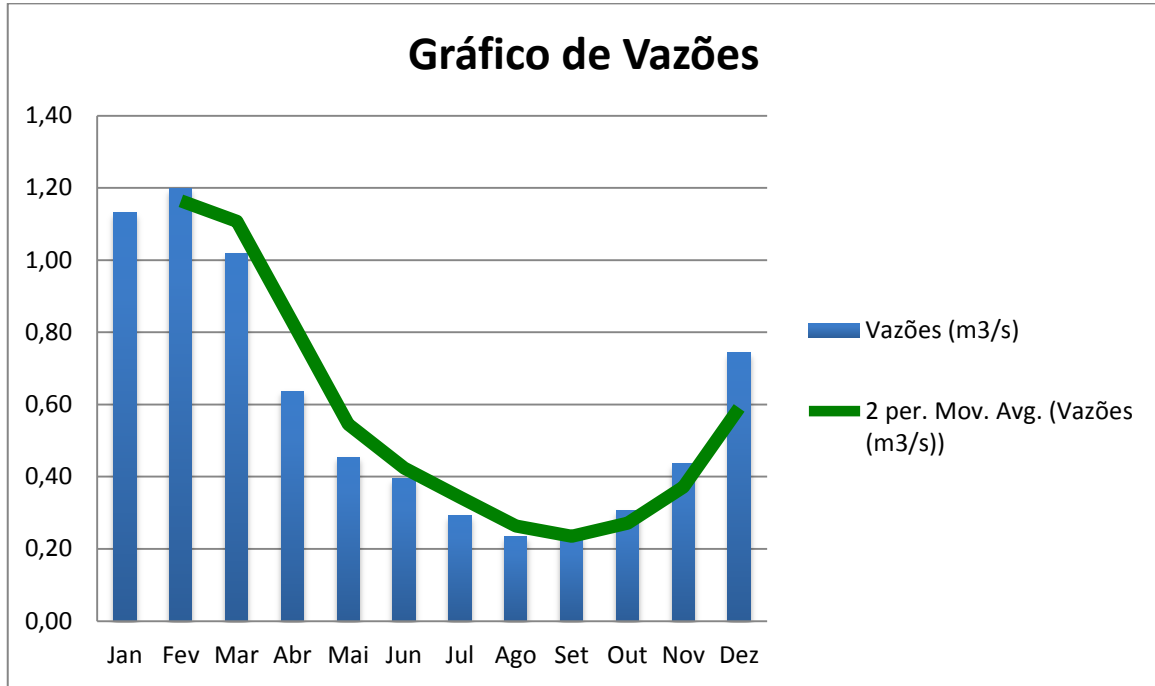


Figura 1 - Gráfico de Vazões médias mensais (m³/s) para o Rio do Peixe em Divinolândia/SP

Fonte: CGH Campestrinho

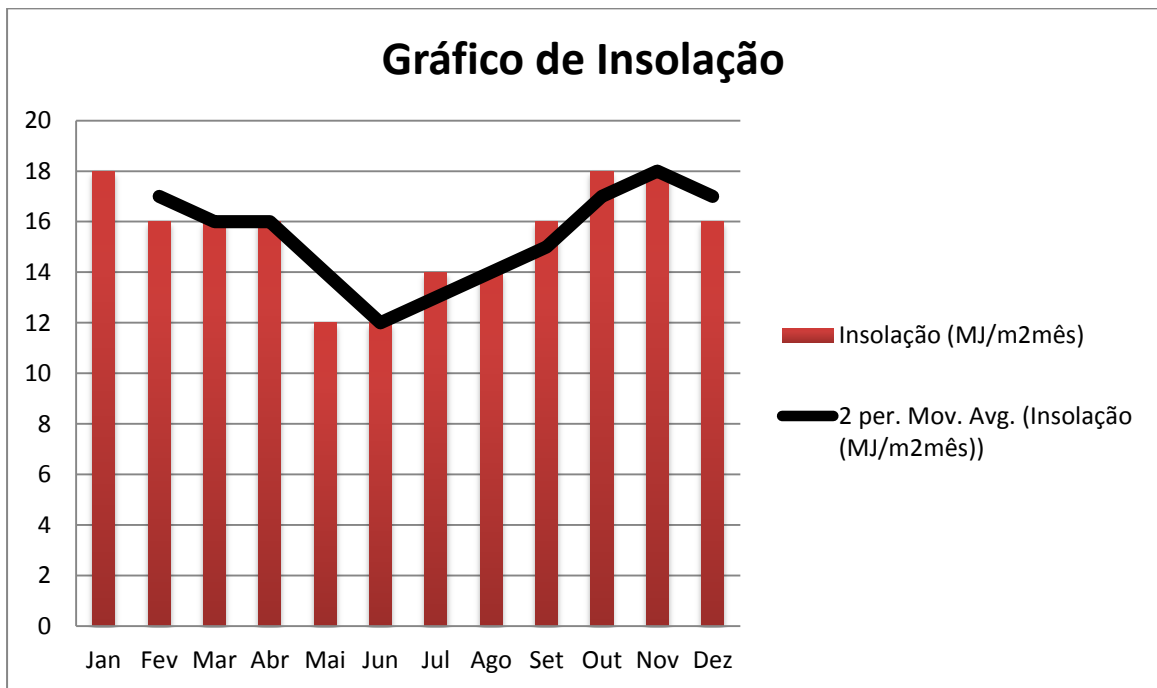


Figura 2 - Gráfico de Insolação (MJ/m²mês) para a região de Divinolândia/SP

Fonte: Atlas Solarimétrico do Brasil - UFPE

Observando os gráficos, vemos que não existe uma complementariedade “perfeita” para a região da CGH Campestrinho em Divinolândia/SP. Contudo, observamos forte complementariedade nos meses de maio a novembro, cujas vazões baixas, contrapõem-se aos maiores índices de insolação do ano. Nesse sentido, podemos de início atestar que, nos períodos de menor faturamento da CGH teremos um aumento significativo na insolação e consequente compensação financeira. Entretanto, cabe ressaltar que a simples análise da complementariedade não constitui fator decisório para implantação da UFV junto a CGH. Mesmo que a complementariedade fosse perfeita, um índice de radiação baixa tornaria inviável a implantação da UFV.

5 ESTUDO DE CASO: VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DA CGH CAMPESTRINHO – SEM A UFV

Para a análise da viabilidade econômica da implantação de uma UFV na região da CGH Campestrinho, primeiramente, faremos as estimativas econômicas para a construção da CGH. Em sequência, faremos a análise da potência ótima da UFV a ser instalada, com o objetivo de complementar a produção de energia para CGH Campestrinho. E por fim, faremos uma análise qualitativa dos benefícios da instalação do sistema fotovoltaico.

5.1.1 Localização

A CGH Campestrinho encontra-se inserido no aproveitamento do Rio do Peixe, no município de Divinolândia, São Paulo, que está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná (6), Sub-bacia (61).



Figura 3 - Localização do Município de Divinolândia, São Paulo.

5.1.2 Análise Hidrológica da CGH Campestrinho

Na finalidade de realizar a análise energética do aproveitamento do rio do peixe, buscou-se obter a série de vazões médias mensais dos postos envolvidos. A partir da série gerada para o posto base, calculou-se em planilha de Excel, a série para o eixo do aproveitamento.

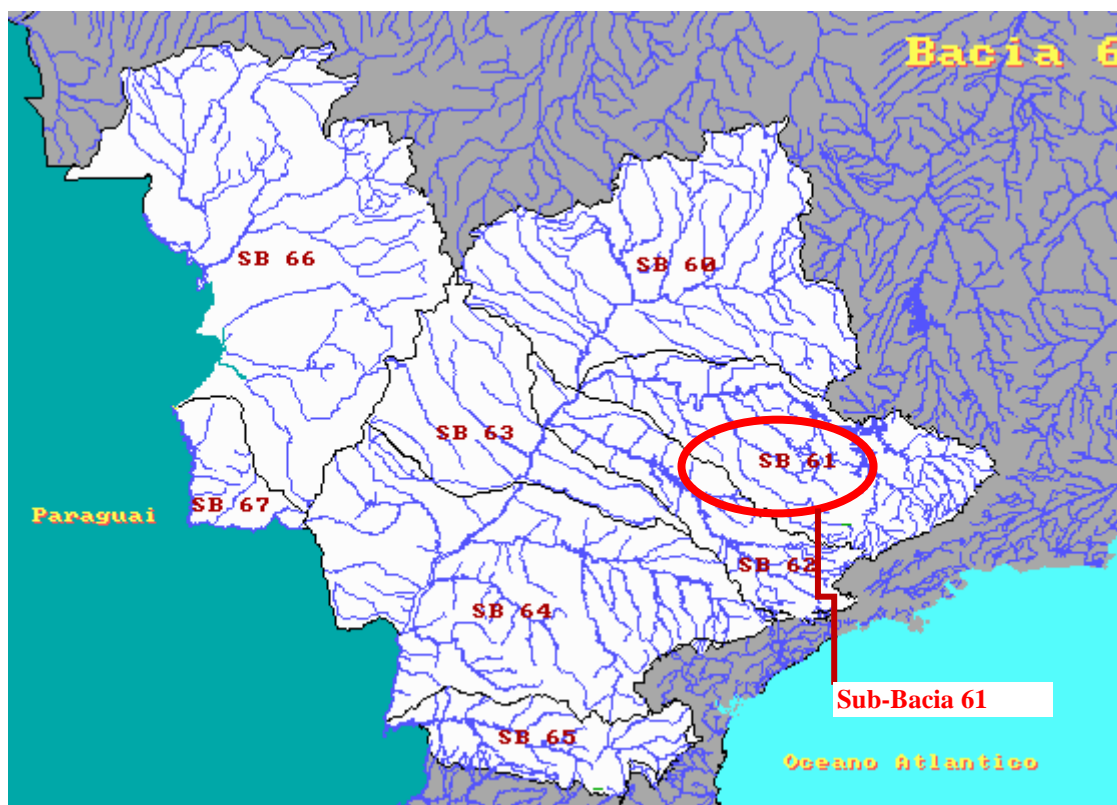


Figura 4 – Sub-Bacia (61) – Rio Paraná, Iguazu e outros

Os dados para este estudo foram fornecidos pela Agência Nacional de Águas - ANA, sob a forma de descargas médias diárias, a partir do sistema Hidroweb. Os estudos hidrológicos tomaram como referência o seguinte posto de coleta de informações:

Estações / Código	Área de Drenagem (Km ²)	Vazão Específica (l/s.Km ²)
Usina Poços de Caldas / 61807000 (Base)	374	33.38
São João da Boa Vista / 61895000 (Auxiliar)	622	19.61
Cachoeira do Diogo / 61892000 (Auxiliar)	351	16.96

Tabela 1 – Estação fluviométrica utilizada

A estação Usina Poços de Caldas foi considerada como estação base, levando-se em conta os critérios de:

- Proximidade com local do aproveitamento;
- Características físicas (geologia, relevo, declividade, cobertura vegetal) semelhantes em relação ao local da usina;
- Qualidade dos dados.



Figura 5 – Vertedouro

Fonte: CGH Campestrinho Ltda.



Figura 6 – Conduto Forçado de Aço

Fonte: CGH Campestrinho Ltda.

5.1.3 Base de dados

Para finalidade da realização dos estudos hidrológicos do aproveitamento, buscou-se obter a série de vazões médias mensais nos postos envolvidos. A partir da série gerada para o posto base calculou-se em planilha Excel a série no local do eixo de interesse relacionando estatisticamente as vazões e áreas de drenagem de cada estação.

5.1.4 Geração da Série Histórica

A seguir serão apresentadas as características e os dados fluviométricos obtidos diretamente da ANA (Hidroweb), do posto base Usina Poços de Caldas (61807000).

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1935										15.70	7.70	14.10
1936	12.00	8.44	27.40	10.80	8.13	4.15	3.98	4.25	3.41	4.58	6.32	10.78
1937	16.33	17.29	14.76	9.25	11.50	7.14	4.31	3.26	2.69	7.95	10.60	22.70
1938	16.33	14.90	14.10	6.07	8.88	6.29	4.91	3.71	5.21	10.80	6.81	22.30
1939	25.70	23.10	9.92	10.70	6.11	6.94	5.15	3.96	3.54	3.61	7.16	13.20
1940	16.33	17.29	21.80	8.14	4.28	3.45	3.30	2.97	2.95	4.02	12.60	9.30
1941	16.18	8.09	12.00	6.61	4.37	4.58	1.88	3.42	12.40	8.65	9.26	15.43
1942	15.99	25.23	26.03	11.37	5.03	5.07	5.00	4.43	4.68	8.64	10.21	14.27
1943	34.86	41.05	23.24	7.56	5.97	5.73	4.64	3.56	4.47	8.42	17.66	13.26
1944	24.49	20.04	20.39	10.48	5.68	3.99	3.40	2.78	1.82	2.81	11.16	11.43
1945	18.60	29.26	12.97	10.90	4.57	5.91	5.30	3.59	2.15	13.25	12.94	15.92
1946	57.40	22.69	18.02	10.92	6.57	7.32	5.21	2.97	2.82	3.77	3.43	10.09
1947	29.02	35.10	27.17	13.81	10.22	8.37	7.20	5.23	10.30	12.11	11.79	25.47
1948	34.90	36.75	39.01	16.55	9.88	27.19	4.64	4.52	2.99	5.22	8.69	13.49
1949	25.86	35.62	22.97	14.10	10.84	9.13	5.26	4.13	2.25	1.87	5.50	13.74
1950	27.64	60.96	19.59	12.86	11.33	8.27	5.44	2.78	1.59	3.59	20.75	37.29
1951	23.43	44.74	32.35	21.24	11.29	8.76	6.66	5.44	2.02	3.74	5.57	14.39
1952	19.89	29.43	62.78	14.66	7.35	9.02	6.85	4.94	3.66	5.52	11.43	7.46
1953	8.21	9.63	16.93	24.35	8.01	5.84	4.55	2.54	2.12	2.66	3.65	5.41
1954	9.37	13.75	8.53	5.58	7.34	5.75	3.44	2.61	2.25	2.60	1.75	7.88
1955	10.39	4.86	13.43	11.29	5.88	4.64	2.95	2.77	2.28	2.36	4.28	10.87
1956	10.66	7.06	10.51	6.31	5.56	7.27	4.28	6.27	4.40	5.15	5.97	6.33
1957	10.14	16.09	17.47	12.04	8.44	6.45	7.42	4.91	8.18	4.46	4.90	12.25
1958	12.68	11.61	10.34	7.85	7.82	7.45	7.39	5.46	4.87	5.31	6.66	6.62
1959	16.62	13.11	10.97	11.19	5.86	4.35	3.48	3.74	3.07	3.27	4.22	7.18
1960	12.37	20.64	15.38	8.36	6.50	5.33	3.89	3.37	2.53	2.76	8.12	12.67
1961	17.25	18.21	17.63	10.44	7.57	4.50	3.27	2.77	2.23	2.01	3.68	7.72
1962	8.24	19.35	12.35	6.70	5.58	4.63	3.63	3.41	2.96	5.15	4.34	8.18
1963	19.36	14.72	8.49	5.03	3.92	3.22	2.71	2.33	1.89	3.20	4.29	2.93
1964	4.18	13.33	5.64	4.12	4.40	3.24	3.21	2.24	1.90	4.66	6.06	14.89
1965	16.10	21.26	20.63	8.77	7.08	5.12	5.81	3.56	2.78	5.89	5.91	14.15
1966	16.28	11.05	18.43	9.11	6.42	4.51	3.76	3.43	2.75	4.16	7.98	12.01
1967	21.92	19.69	12.27	7.41	5.54	5.14	3.58	2.70	2.61	2.99	3.84	6.14
1968	8.93	5.67	6.77	4.19	3.23	2.34	2.01	2.09	1.89	2.31	2.00	2.67
1969	3.38	5.48	5.65	4.02	2.63	2.81	1.76	1.89	1.22	2.49	6.84	6.95
1970	10.40	27.85	11.31	7.85	5.33	4.22	3.65	3.32	4.06	3.94	5.23	5.50
1971	5.02	3.93	7.53	6.47	4.26	5.57	3.66	2.46	2.17	3.60	2.63	6.79
1972	7.38	20.38	12.04	5.79	4.18	3.09	4.31	4.02	2.80	4.88	6.64	6.83

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1973	10.14	11.94	7.81	7.35	5.76	3.75	3.71	2.92	2.46	2.90	4.03	12.47
1974	17.72	8.05	10.98	6.95	4.88	4.85	3.52	2.63	2.21	2.37	2.42	6.67
1975	9.08	14.45	9.42	6.58	4.19	3.03	2.64	1.70	1.40	3.21	12.34	12.13
1976	12.74	24.99	19.60	13.57	9.66	7.85	7.02	6.74	6.66	6.04	9.08	12.04
1977	20.71	11.46	9.17	11.91	6.82	5.54	3.92	2.89	3.77	3.87	4.74	10.67
1978	13.37	7.57	6.21	4.91	4.36	4.44	3.77	2.94	2.65	2.32	4.92	7.05
1979	8.30	12.07	12.63	5.93	8.55	4.70	4.24	3.37	4.64	4.37	5.42	8.56
1980	20.18	19.31	11.46	15.01	7.99	6.52	4.97	3.92	3.87	4.43	4.88	10.82
1981	35.37	12.85	8.97	6.20	4.39	4.59	3.39	2.88	2.21	5.21	11.21	21.01
1982	17.86	14.82	14.74	9.68	7.10	6.29	5.87	4.60	3.52	6.79	6.11	19.31
1983	33.64	25.66	22.74	14.23	11.60	19.02	10.30	6.94	10.36	11.33	12.94	25.04
1984	15.67	10.04	7.79	6.68	6.10	3.98	3.07	3.80	3.42	2.69	3.74	8.19
1985	14.60	13.48	18.83	10.50	6.40	5.15	3.93	3.05	3.36	2.22	3.42	3.41
1986	6.33	10.54	12.41	7.91	6.14	4.11	3.45	3.92	2.52	2.29	2.85	18.96
1987	18.37	13.85	9.96	8.02	7.67	5.89	4.35	3.26	3.95	3.11	3.13	7.67
1988	11.23	13.62	12.52	7.46	6.15	5.31	3.70	2.86	2.21	4.71	6.36	6.19
1989	15.19	16.78	17.49	10.38	7.10	5.12	4.59	4.01	3.92	3.03	3.92	6.23
1990	14.15	5.19	7.94	5.47	4.89	3.35	3.20	3.21	2.94	3.35	3.54	6.11
1991	10.43	17.64	13.78	16.79	8.67	5.42	4.36	3.02	2.56	5.11	2.63	6.09
1992	9.25	9.09	10.16	8.03	8.32	4.53	4.13	3.22	4.15	7.49	9.79	12.67
1993	8.89	14.28	11.69	7.87	7.04	5.89	3.89	3.25	4.33	3.86	3.89	5.38
1994	8.50	8.94	14.88	7.07	6.41	4.06	3.76	2.58	1.80	1.83	2.69	10.78
1995	8.13	36.89	14.62	11.93	6.71	4.94	4.06	2.60	1.96	6.50	5.38	6.18
1996	17.11	15.83	20.05	11.42	7.46	5.85	4.60	3.89	6.17	6.21	8.57	11.98
1997	21.79	16.35	10.86	6.99	5.11	7.79	4.34	3.01	2.90	3.02	6.03	6.65
1998	6.73	10.25	12.16	8.15	6.38	4.65	3.28	2.67	2.38	4.35	2.96	8.88
1999	16.77	21.78	16.90	9.00	5.83	5.17	3.69	2.58	2.87	2.08	2.01	3.45
2000	21.63	16.23	11.09	7.35	4.45	3.59	3.35	2.92	4.90	4.58	6.32	10.78
2001	7.73	7.39	5.59	4.43	3.56	2.52	2.00	1.63	2.42	3.01	5.23	8.52
2002	11.42	16.21	10.22	6.43	4.98	3.31	2.66	2.19	2.67	1.34	2.87	6.83
2003	18.19	12.54	8.46	6.30	5.05	3.23	2.63	2.04	1.66	1.56	2.76	7.22
2004	10.76	21.60	10.63	8.24	10.01	7.37	5.21	3.51	2.47	4.04	3.63	6.16
2005	14.75	12.81	13.51	7.65	6.12	4.17	3.32	2.41	2.86	3.03	4.47	7.05
2006	10.56	9.54	12.10	7.58	4.07	3.05	2.48	2.04	2.07	3.54	4.48	6.66
2007	29.80	15.17	10.02	7.97	5.42	4.57	5.99	3.44	2.14	2.07	6.71	7.31
2008	13.44	13.48	15.02	13.63	8.71	5.81	3.98	3.39	2.74	4.58	6.32	6.45
2009	12.40	20.77	9.92	6.79	4.98	5.69	4.23	3.38	7.37	7.73	9.28	27.60
2010	22.98	14.39	11.97	8.40	5.34	4.24	4.23	3.38	3.41	3.17	3.54	10.19
2011	21.79	17.29	13.89	8.60	6.57	5.69	3.18	2.80	2.09	3.37	5.84	6.89
2012	15.64	8.51	7.40	6.00	6.57	6.26	4.79	2.97	2.42	2.61	4.07	6.24
2013	16.33	17.29	19.07	12.95	7.34	6.08						
Méd	16.33	17.29	14.76	9.25	6.57	5.69	4.23	3.38	3.41	4.58	6.32	10.78

Tabela 2 - Série de vazões médias do posto base Usina Poços de Caldas

	Preenchido por correlação com estação Cachoeira do Diogo
	Dados preenchidos com média mensal
	Dados por correlação com estação São João da Boa Vista

5.1.5 Série gerada para o local do aproveitamento

A série gerada para o local do aproveitamento foi efetuada por transposição dos dados por relação de áreas de drenagens entre a série do posto base e o local do aproveitamento.

Inicialmente foi calculada a área de drenagem do aproveitamento através de uma planimetria das cartas do Instituto de Terras, Cartografia e Geociências do Estado de São Paulo.

A área encontrada foi de 25,90 km².

A geração da série para o local do aproveitamento foi efetuada pela transposição dos dados por relação de área de drenagem entre o posto base (Usina Poços de Caldas) e o local do aproveitamento, conforme metodologia abaixo:

$$Q_{cgh} = \frac{A_d \text{ Usina Poços de Caldas}}{A_d \text{ Campestrinho}} \times Q \text{ Usina Poços de Caldas}$$

Onde,

- Q_{cgh} = Vazão na CGH Campestrinho
- $A_d \text{ Usina Poços de Caldas}$ = Área de drenagem do posto base.
- $A_d \text{ CGH Campestrinho}$ = Área de drenagem da usina.
- $Q \text{ Usina Poços de Caldas}$ = Vazão na estação base.

A série obtida a partir dessa metodologia está apresentada na tabela em sequência:

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Méd.
1935										1.09	0.53	0.98	0.87
1936	0.83	0.58	1.90	0.75	0.56	0.29	0.28	0.29	0.24	0.32	0.44	0.75	0.60
1937	1.13	1.20	1.02	0.64	0.80	0.49	0.30	0.23	0.19	0.55	0.73	1.57	0.74

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Méd.
1938	1.13	1.03	0.98	0.42	0.61	0.44	0.34	0.26	0.36	0.75	0.47	1.54	0.69
1939	1.78	1.60	0.69	0.74	0.42	0.48	0.36	0.27	0.25	0.25	0.50	0.91	0.69
1940	1.13	1.20	1.51	0.56	0.30	0.24	0.23	0.21	0.20	0.28	0.87	0.64	0.61
1941	1.12	0.56	0.83	0.46	0.30	0.32	0.13	0.24	0.86	0.60	0.64	1.07	0.59
1942	1.11	1.75	1.80	0.79	0.35	0.35	0.35	0.31	0.32	0.60	0.71	0.99	0.78
1943	2.41	2.84	1.61	0.52	0.41	0.40	0.32	0.25	0.31	0.58	1.22	0.92	0.98
1944	1.70	1.39	1.41	0.73	0.39	0.28	0.24	0.19	0.13	0.19	0.77	0.79	0.68
1945	1.29	2.03	0.90	0.76	0.32	0.41	0.37	0.25	0.15	0.92	0.90	1.10	0.78
1946	3.98	1.57	1.25	0.76	0.45	0.51	0.36	0.21	0.20	0.26	0.24	0.70	0.87
1947	2.01	2.43	1.88	0.96	0.71	0.58	0.50	0.36	0.71	0.84	0.82	1.76	1.13
1948	2.42	2.54	2.70	1.15	0.68	1.88	0.32	0.31	0.21	0.36	0.60	0.93	1.18
1949	1.79	2.47	1.59	0.98	0.75	0.63	0.36	0.29	0.16	0.13	0.38	0.95	0.87
1950	1.91	4.22	1.36	0.89	0.78	0.57	0.38	0.19	0.11	0.25	1.44	2.58	1.22
1951	1.62	3.10	2.24	1.47	0.78	0.61	0.46	0.38	0.14	0.26	0.39	1.00	1.04
1952	1.38	2.04	4.35	1.02	0.51	0.62	0.47	0.34	0.25	0.38	0.79	0.52	1.06
1953	0.57	0.67	1.17	1.69	0.55	0.40	0.31	0.18	0.15	0.18	0.25	0.37	0.54
1954	0.65	0.95	0.59	0.39	0.51	0.40	0.24	0.18	0.16	0.18	0.12	0.55	0.41
1955	0.72	0.34	0.93	0.78	0.41	0.32	0.20	0.19	0.16	0.16	0.30	0.75	0.44
1956	0.74	0.49	0.73	0.44	0.39	0.50	0.30	0.43	0.30	0.36	0.41	0.44	0.46
1957	0.70	1.11	1.21	0.83	0.58	0.45	0.51	0.34	0.57	0.31	0.34	0.85	0.65
1958	0.88	0.80	0.72	0.54	0.54	0.52	0.51	0.38	0.34	0.37	0.46	0.46	0.54
1959	1.15	0.91	0.76	0.77	0.41	0.30	0.24	0.26	0.21	0.23	0.29	0.50	0.50
1960	0.86	1.43	1.07	0.58	0.45	0.37	0.27	0.23	0.18	0.19	0.56	0.88	0.59
1961	1.19	1.26	1.22	0.72	0.52	0.31	0.23	0.19	0.15	0.14	0.25	0.53	0.56
1962	0.57	1.34	0.86	0.46	0.39	0.32	0.25	0.24	0.20	0.36	0.30	0.57	0.49
1963	1.34	1.02	0.59	0.35	0.27	0.22	0.19	0.16	0.13	0.22	0.30	0.20	0.42
1964	0.29	0.92	0.39	0.29	0.30	0.22	0.22	0.16	0.13	0.32	0.42	1.03	0.39
1965	1.11	1.47	1.43	0.61	0.49	0.35	0.40	0.25	0.19	0.41	0.41	0.98	0.68
1966	1.13	0.77	1.28	0.63	0.44	0.31	0.26	0.24	0.19	0.29	0.55	0.83	0.58
1967	1.52	1.36	0.85	0.51	0.38	0.36	0.25	0.19	0.18	0.21	0.27	0.43	0.54
1968	0.62	0.39	0.47	0.29	0.22	0.16	0.14	0.14	0.13	0.16	0.14	0.18	0.25
1969	0.23	0.38	0.39	0.28	0.18	0.19	0.12	0.13	0.08	0.17	0.47	0.48	0.26
1970	0.72	1.93	0.78	0.54	0.37	0.29	0.25	0.23	0.28	0.27	0.36	0.38	0.53
1971	0.35	0.27	0.52	0.45	0.29	0.39	0.25	0.17	0.15	0.25	0.18	0.47	0.31
1972	0.51	1.41	0.83	0.40	0.29	0.21	0.30	0.28	0.19	0.34	0.46	0.47	0.48
1973	0.70	0.83	0.54	0.51	0.40	0.26	0.26	0.20	0.17	0.20	0.28	0.86	0.43
1974	1.23	0.56	0.76	0.48	0.34	0.34	0.24	0.18	0.15	0.16	0.17	0.46	0.42
1975	0.63	1.00	0.65	0.46	0.29	0.21	0.18	0.12	0.10	0.22	0.85	0.84	0.46
1976	0.88	1.73	1.36	0.94	0.67	0.54	0.49	0.47	0.46	0.42	0.63	0.83	0.78
1977	1.43	0.79	0.63	0.82	0.47	0.38	0.27	0.20	0.26	0.27	0.33	0.74	0.55
1978	0.93	0.52	0.43	0.34	0.30	0.31	0.26	0.20	0.18	0.16	0.34	0.49	0.37
1979	0.57	0.84	0.87	0.41	0.59	0.33	0.29	0.23	0.32	0.30	0.38	0.59	0.48
1980	1.40	1.34	0.79	1.04	0.55	0.45	0.34	0.27	0.27	0.31	0.34	0.75	0.65

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Méd.
1981	2.45	0.89	0.62	0.43	0.30	0.32	0.24	0.20	0.15	0.36	0.78	1.45	0.68
1982	1.24	1.03	1.02	0.67	0.49	0.44	0.41	0.32	0.24	0.47	0.42	1.34	0.67
1983	2.33	1.78	1.58	0.99	0.80	1.32	0.71	0.48	0.72	0.78	0.90	1.73	1.18
1984	1.08	0.70	0.54	0.46	0.42	0.28	0.21	0.26	0.24	0.19	0.26	0.57	0.43
1985	1.01	0.93	1.30	0.73	0.44	0.36	0.27	0.21	0.23	0.15	0.24	0.24	0.51
1986	0.44	0.73	0.86	0.55	0.43	0.28	0.24	0.27	0.17	0.16	0.20	1.31	0.47
1987	1.27	0.96	0.69	0.56	0.53	0.41	0.30	0.23	0.27	0.22	0.22	0.53	0.51
1988	0.78	0.94	0.87	0.52	0.43	0.37	0.26	0.20	0.15	0.33	0.44	0.43	0.48
1989	1.05	1.16	1.21	0.72	0.49	0.35	0.32	0.28	0.27	0.21	0.27	0.43	0.56
1990	0.98	0.36	0.55	0.38	0.34	0.23	0.22	0.22	0.20	0.23	0.24	0.42	0.37
1991	0.72	1.22	0.95	1.16	0.60	0.38	0.30	0.21	0.18	0.35	0.18	0.42	0.56
1992	0.64	0.63	0.70	0.56	0.58	0.31	0.29	0.22	0.29	0.52	0.68	0.88	0.52
1993	0.62	0.99	0.81	0.55	0.49	0.41	0.27	0.22	0.30	0.27	0.27	0.37	0.46
1994	0.59	0.62	1.03	0.49	0.44	0.28	0.26	0.18	0.12	0.13	0.19	0.75	0.42
1995	0.56	2.55	1.01	0.83	0.46	0.34	0.28	0.18	0.14	0.45	0.37	0.43	0.63
1996	1.18	1.10	1.39	0.79	0.52	0.41	0.32	0.27	0.43	0.43	0.59	0.83	0.69
1997	1.51	1.13	0.75	0.48	0.35	0.54	0.30	0.21	0.20	0.21	0.42	0.46	0.55
1998	0.47	0.71	0.84	0.56	0.44	0.32	0.23	0.19	0.16	0.30	0.21	0.61	0.42
1999	1.16	1.51	1.17	0.62	0.40	0.36	0.26	0.18	0.20	0.14	0.14	0.24	0.53
2000	1.50	1.12	0.77	0.51	0.31	0.25	0.23	0.20	0.34	0.32	0.44	0.75	0.56
2001	0.54	0.51	0.39	0.31	0.25	0.17	0.14	0.11	0.17	0.21	0.36	0.59	0.31
2002	0.79	1.12	0.71	0.45	0.34	0.23	0.18	0.15	0.19	0.09	0.20	0.47	0.41
2003	1.26	0.87	0.59	0.44	0.35	0.22	0.18	0.14	0.11	0.11	0.19	0.50	0.41
2004	0.74	1.50	0.74	0.57	0.69	0.51	0.36	0.24	0.17	0.28	0.25	0.43	0.54
2005	1.02	0.89	0.94	0.53	0.42	0.29	0.23	0.17	0.20	0.21	0.31	0.49	0.47
2006	0.73	0.66	0.84	0.52	0.28	0.21	0.17	0.14	0.14	0.25	0.31	0.46	0.39
2007	2.06	1.05	0.69	0.55	0.38	0.32	0.41	0.24	0.15	0.14	0.46	0.51	0.58
2008	0.93	0.93	1.04	0.94	0.60	0.40	0.28	0.23	0.19	0.32	0.44	0.45	0.56
2009	0.86	1.44	0.69	0.47	0.35	0.39	0.29	0.23	0.51	0.54	0.64	1.91	0.69
2010	1.59	1.00	0.83	0.58	0.37	0.29	0.29	0.23	0.24	0.22	0.25	0.71	0.55
2011	1.51	1.20	0.96	0.60	0.45	0.39	0.22	0.19	0.14	0.23	0.40	0.48	0.57
2012	1.08	0.59	0.51	0.42	0.45	0.43	0.33	0.21	0.17	0.18	0.28	0.43	0.42
2013	1.13	1.20	1.32	0.90	0.51	0.42							0.91
Méd	1.131	1.197	1.022	0.64	0.455	0.394	0.293	0.234	0.236	0.317	0.438	0.747	0.60
	MLT												

Tabela 3 – Série de vazões médias para a CGH Campestrinho

5.1.6 Curva de Permanência das Vazões Médias Mensais

A curva de permanência relaciona a vazão do rio com o tempo em que determinada vazão é maior ou igual a um dado valor.

Na elaboração da curva de permanência, os dados foram organizados de forma a ficar estabelecida uma frequência relativa acumulada. A partir destes dados é que se obtém uma probabilidade de ocorrência das vazões.

Uma melhor interpretação destes dados é através da observação do gráfico em que estão representadas algumas vazões e as frequências com que ocorrem (a chamada curva de permanência de vazões).

A seguir são mostrados tabelas e gráficos representativos da curva de permanência das vazões médias mensais para o eixo do aproveitamento.

%	Q (m ³ /s)	%	Q (m ³ /s)	%	Q (m ³ /s)
1%	2.46	35%	0.58	70%	0.29
5%	1.51	40%	0.52	75%	0.27
10%	1.20	45%	0.47	80%	0.24
15%	0.99	50%	0.44	85%	0.21
20%	0.86	55%	0.40	90%	0.19
25%	0.76	60%	0.36	95%	0.16
30%	0.69	65%	0.32	100%	0.08

Tabela 4 - Tabela de Permanência CGH Campestrinho

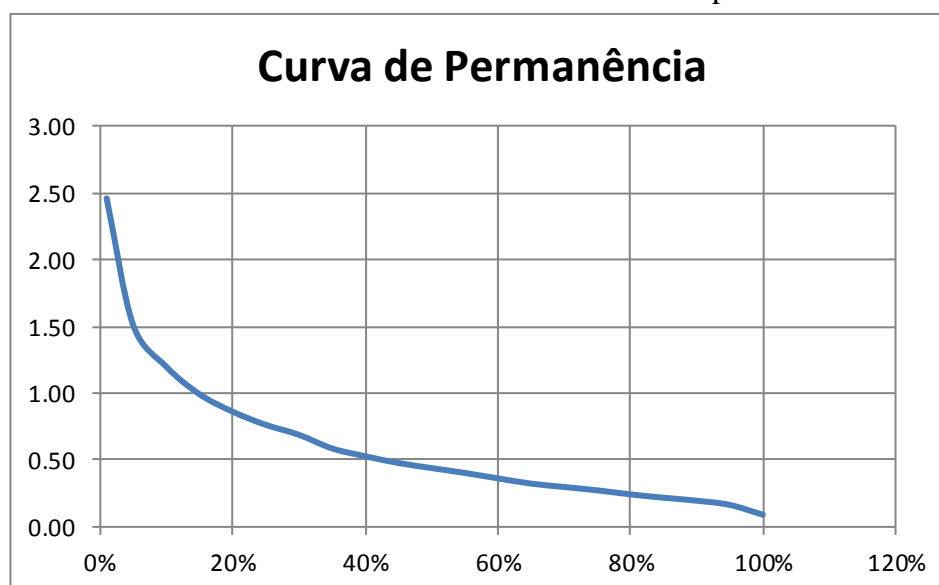


Figura 7 - Curva de Permanência CGH Campestrinho

5.1.7 Perda de Carga no Circuito de Geração

As perdas de carga no sistema gerador podem ser representadas pelo somatório das seguintes perdas:

- Devido à aceleração da água (ΔH_E);
- Nas grades de proteção ();
- Nos nichos dos stop-logs e comportas (ΔH_C);
- Na câmara de carga dada pela aceleração da água, nichos de
- Stop-logs e comportas;
- Nas curvas do conduto forçado);
- No conduto forçado (e,
- No canal de fuga ($\Delta H_{Saída}$).

Para esta fase de estudo de viabilidade serão consideradas apenas as perdas por atrito no conduto forçado (ΔH_{CF}), pois esta é a que representa valor mais significativo.

A perda de carga linear no conduto forçado da CGH Campestrinho foi estimada pela formulação sugerida pela equação de Scobey;

$$J = 410Ka \frac{V^{1,9}}{Di^{1,1}}$$

em que:

J = perda de carga unitária (m/km);

Ka = coeficiente que varia com o tipo de tubulação;

Di = diâmetro interno do conduto (cm)

V = velocidade média no conduto (m/s)

CONDUTO ALTA PRESSÃO	
Vazão	0.916
Diâmetro (cm)	90.000
Comprimento	450.000
Velocidade	1.440
Área	0.636
Coefficiente da forma da boca do conduto	0.500
Coefficiente de tubulação	0.320
Coefficiente do ângulo da curva	0.130
gravidade (m/s ²)	9.810
Perda unitária por atrito (m/km)	1.858
Perda de Carga por atrito	0.836
Perda de Carga na curva	0.027
Perda de Carga na entrada do contudo	0.053
Perda de carga no CONDUTO ALTA PRESSÃO	0.864

Tabela 5 – Perdas de carga por atrito

5.1.8 Estudos Energéticos e hidrológicos

A determinação da garantia física da usina e seleção da potência instalada baseiam-se na variação do custo de investimento em relação ao benefício energético para as alternativas de motorização estudadas, aplicando o método do custo incremental e verificação de sensibilidade pelo valor presente líquido, através da simulação energética decorrente da Portaria do Ministério de Minas e Energia n° 463, de 3 de dezembro de 2009.

5.1.9 Parâmetros do Estudo

Para a CGH Campestrinho, no aspecto operacional foi considerado como vazão mínima de operação das máquinas uma vazão correspondente a 30% da vazão nominal de “engolimento” da turbina, rendimento de 91,0% da turbina, 96,0% de rendimento do gerador. O fator de disponibilidade utilizado no estudo é proveniente da taxa de indisponibilidade forçada e de indisponibilidade programada, sendo estipulado, considerando as características da CGH, o valor de 3,5% e 1,5% respectivamente, resultando em uma disponibilidade de 95,0%.

Foi utilizado um percentual de perdas até o ponto de conexão da usina de 0,05% e o consumo interno correspondente a 0.3% da potência média da usina conforme nota técnica no 068/2013-SRG-SGH/ANEEL.

O regime de tributação utilizado na análise econômico-financeira foi pela apuração do lucro presumido. Esclarece-se que podem optar pelo ingresso no regime do lucro presumido as pessoas jurídicas cuja receita bruta total tenha sido igual ou inferior a R\$ 48.000.000,00, no ano-calendário anterior, ou a R\$ 4.000.000,00 multiplicado pelo número de meses em atividade no ano-calendário anterior (Lei nº 10.637, de 30 de dezembro de 2002, art. 46) e que não estejam obrigadas à tributação pelo lucro real em função da atividade exercida ou da sua constituição societária ou natureza, jurídica, o que se enquadra com o perfil da CGH Nova Esperança caso a mesma venha a ser construída

Foi considerado o valor de R\$ 200,00 por MWh como preço de venda da energia em um período de 30 anos. A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) do investidor considerada nos estudos é de 10% ao ano. Foi estimado que serão financiados alguns equipamentos tais como:

- Turbinas
- Geradores
- Painéis
- Transformadores

5.1.10 Simulação energética.

A opção para o arranjo geral contempla a possibilidade de instalação de 1 máquina tipo Francis com potência unitária de 450 kW.

A tabela abaixo mostra a simulação energética de acordo com a série histórica de vazões.

CONDUTO ALTA PRESSÃO	
Vazão	0.916
Diâmetro (cm)	90.000
Comprimento	450.000
Velocidade	1.440
Área	0.636
Coefficiente da forma da boca do conduto	0.500
Coefficiente de tubulação	0.320
Coefficiente do ângulo da curva	0.130
gravidade (m/s ²)	9.810
Perda unitária por atrito (m/km)	1.858
Perda de Carga por atrito	0.836
Perda de Carga na curva	0.027
Perda de Carga na entrada do contudo	0.053
Perda de carga no CONDUTO ALTA PRESSÃO	0.864

Tabela 6 – Dados do dimensionamento energético atual da usina

UNIDADES													
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	MEDIA (MW)
1935										427	252	427	0.368
1936	400	278	427	359	267	130	124	133	104	145	205	358	0.244
1937	427	427	427	305	383	233	135	99	80	261	352	427	0.296
1938	427	427	427	196	293	204	156	115	166	359	221	427	0.285
1939	427	427	329	356	197	226	164	123	109	111	234	427	0.261
1940	427	427	427	267	134	106	101	89	88	125	427	307	0.244
1941	427	266	400	215	137	145	52	105	427	285	306	427	0.266
1942	427	427	427	378	160	161	159	140	148	284	339	427	0.290
1943	427	427	427	247	193	184	147	109	141	277	427	427	0.286
1944	427	427	427	348	183	124	104	82	50	84	371	381	0.251
1945	427	427	427	363	144	191	170	110	61	427	427	427	0.300
1946	427	427	427	363	213	239	166	89	84	117	105	335	0.249
1947	427	427	427	427	339	275	235	167	342	404	393	427	0.357
1948	427	427	427	427	327	427	147	143	90	167	286	427	0.310
1949	427	427	427	427	360	302	168	129	64	51	176	427	0.282
1950	427	427	427	427	377	272	174	83	42	111	427	427	0.301
1951	427	427	427	427	376	289	216	174	56	116	179	427	0.295
1952	427	427	427	427	240	298	223	157	113	177	381	244	0.295
1953	270	319	427	427	263	188	144	74	60	79	113	173	0.211
1954	310	427	281	179	240	185	105	77	64	76	47	259	0.187
1955	345	154	427	376	190	147	89	82	65	68	134	361	0.203
1956	354	230	349	204	178	237	134	203	138	164	192	205	0.216

1957	336	427	427	402	278	209	242	156	269	141	156	409	0.288
1958	427	387	343	257	256	243	242	175	155	170	216	215	0.257
1959	427	427	365	372	189	137	107	116	92	99	132	234	0.225
1960	413	427	427	275	211	171	121	103	74	82	267	427	0.250
1961	427	427	427	347	248	142	99	82	64	56	114	253	0.224
1962	271	427	412	218	179	146	112	104	89	164	136	269	0.211
1963	427	427	279	160	122	98	80	67	52	97	135	88	0.169
1964	131	427	181	129	139	99	98	64	52	147	196	427	0.174
1965	427	427	427	289	231	163	187	109	83	190	191	427	0.262
1966	427	368	427	301	208	142	116	105	81	130	262	401	0.247
1967	427	427	410	242	178	164	110	80	77	90	119	198	0.210
1968	295	182	220	131	98	68	56	59	52	66	56	79	0.113
1969	103	176	182	125	78	84	47	52	29	72	222	226	0.116
1970	345	427	376	257	171	132	113	101	127	123	167	176	0.210
1971	160	122	246	210	134	179	113	72	61	111	78	221	0.142
1972	241	427	402	186	131	93	135	126	83	155	216	222	0.201
1973	336	398	256	240	185	116	115	87	71	87	126	427	0.204
1974	427	264	365	226	155	154	108	78	63	69	70	217	0.183
1975	300	427	311	214	131	91	78	45	35	97	412	405	0.212
1976	427	427	427	427	320	257	229	219	216	195	300	402	0.320
1977	427	382	303	397	222	178	122	86	117	120	150	354	0.238
1978	427	248	201	156	137	140	117	88	78	67	156	230	0.170
1979	273	403	427	191	281	149	133	103	147	137	174	282	0.225
1980	427	427	382	427	262	211	158	122	120	139	155	360	0.266
1981	427	427	296	201	138	145	104	86	63	166	373	427	0.238
1982	427	427	427	320	232	203	189	145	108	221	197	427	0.277
1983	427	427	427	427	386	427	342	226	344	377	427	427	0.388
1984	427	333	255	217	197	124	93	118	105	79	116	269	0.194
1985	427	427	427	349	207	164	122	92	103	63	105	104	0.216
1986	205	350	427	259	198	128	106	122	74	66	85	427	0.204
1987	427	427	330	263	251	190	137	99	123	94	95	251	0.224
1988	374	427	427	244	199	170	114	85	63	149	206	200	0.221
1989	427	427	427	345	232	163	145	125	122	91	122	202	0.235
1990	427	166	261	175	155	102	97	97	88	102	109	198	0.165
1991	346	427	427	427	286	174	137	91	75	163	77	197	0.235
1992	305	300	337	264	273	143	129	98	130	245	324	427	0.248
1993	293	427	390	258	229	190	121	99	136	120	121	172	0.213
1994	280	295	427	230	208	127	117	76	49	50	80	358	0.191
1995	267	427	427	398	218	157	127	77	55	211	172	200	0.228
1996	427	427	427	380	244	188	145	121	199	201	282	400	0.287
1997	427	427	361	228	163	255	136	91	87	91	195	216	0.223
1998	219	340	406	268	207	147	100	79	69	137	89	293	0.196

1999	427	427	427	297	188	165	114	76	86	59	56	106	0.202
2000	427	427	369	240	140	111	102	88	156	145	205	358	0.231
2001	253	242	180	139	110	74	56	43	70	91	167	281	0.142
2002	380	427	339	208	158	101	79	62	79	33	86	222	0.181
2003	427	427	278	204	161	98	77	57	44	41	82	236	0.178
2004	357	427	353	271	332	241	166	108	72	126	112	199	0.230
2005	427	427	427	250	198	131	101	70	85	91	141	230	0.215
2006	351	316	404	248	127	92	72	57	58	109	141	216	0.183
2007	427	427	332	261	174	144	193	105	61	58	218	239	0.220
2008	427	427	427	427	287	187	124	104	81	145	205	209	0.254
2009	427	427	329	221	159	183	133	103	241	253	307	427	0.267
2010	427	427	399	276	171	133	133	103	104	96	109	338	0.226
2011	427	427	427	283	213	183	96	83	59	103	188	224	0.226
2012	427	280	242	193	213	203	152	89	70	77	127	202	0.190
2013	427	427	427	427	240	196							

Tabela 7 – Simulação energética da CGH Campestrinho, na série histórica

Portanto, a energia média adotada como sendo a atual gerada é 233,4 kW.

Em resumo:

Potência Instalada		Líquida
Quantidade de Unidades	1	Teórica
Pot Un. 1 =	450	427
Pot Un. 2 =	0	0
Pot Un. 3 =	0	0
Pot Un. 4 =	0	0
Pot total =	450	427
Vazão Remanescente =	0,025	m ³ /s
Queda Bruta =	61,000	m
Perda de Carga =	0,850	m
Queda líquida =	60,15	m
Gravidade =	9,81	m/s ²
Rendimento Turbina =	Variável	
Rendimento Gerador =	0,96	
Perda Elétrica =	0,95	
consumo Interno =	0,75	kW
consumo Interno =	0,69	kW
Vazão de projeto =	0,87	m ³ /s

Potência Instalada		Líquida
Potencia da usina =	427	kW
Potencia Instalada Teórica =	450	kW
Potencia média =	229,5	kW
fator de capacidade =	51,01%	

Tabela 7 – Resumo dos dados da CGH Campestrinho

5.1.11 Estudo econômico e faturamento da usina

O custo da alternativa de motorização incorpora os investimentos para a construção da usina, sistema de transmissão até o ponto de conexão da concessionária estimado, custos de operação, manutenção, administração durante o período de concessão, e os impostos e taxas incidentes sobre a venda de energia.

O custo total de implantação da CGH Campestrinho está na rodem de R\$ 1.714.285,71.

O valor estimado para financiamento do empreendimento foi de R\$ 1.200.000,00, o que representa 70% do investimento total da usina. A taxa de juros do financiamento foi de 9,0% a.a. O tempo de financiamento são 120 meses, com 24 meses de carência e tempo de construção de 12 meses.

Dados do Empreendimento				
Empreendimento	CGH Campestrinho	Potência Instalada	0,450	MW
Rio	Rio do Peixe	Potência Média	0,233	MW
Município / Estado	Divinolândia / MG	Garantia física anual	2.016,92	MWm

Investimento		Receitas		
Capital Próprio	R\$ 514.285,71	Valor da Energia	R\$ 200,00	R\$/MWh
Financiamento	R\$ 1.200.000,00	Energia Gerada Anual	2.011,84	MW/ano
Total	R\$ 1.714.285,71	Receita Anual (Bruta)	R\$ 403.315,20	
Total unitário (R\$/MW)	R\$ 4.444.444,44	Receita Mensal (Bruta)	R\$ 33.609,60	

Tabela 8 – Dados do Empreendimento

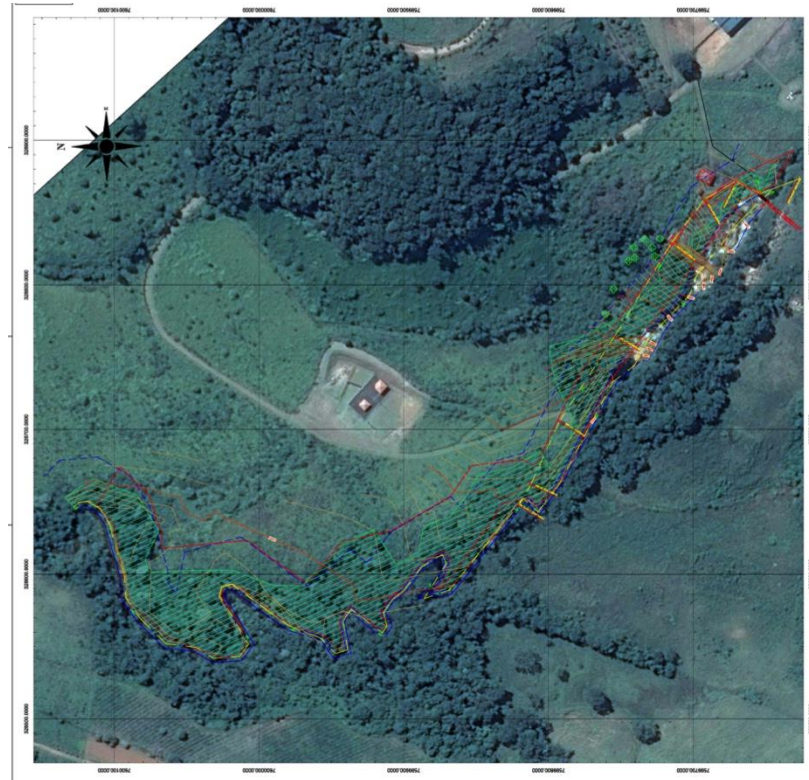


Figura 7 – Local da CGH Campestrinho

Fonte: CGH Campestrinho Ltda.

Resultados Finais			
Relação de Custo / Potência Instalada (R\$/kW)	TIR (% a.a.)	VPL (R\$)	TMA do Investidor (% aa)
R\$ 4.444,44	32,83%	R\$ 2.975.886,87	10,40%

Tabela 9 – TIR e VPL da CGH Campestrinho

FLUXO DE CAIXA CGH CAMPESTRINHO LTDA										
	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9
Entradas	R\$1.714.285,71	R\$403.315,20	R\$439.613,57	R\$479.178,79	R\$522.304,88	R\$569.312,32	R\$620.550,43	R\$676.399,97	R\$737.275,96	R\$803.630,80
Investimento Inicial	R\$1.714.285,71									
- Empréstimo	R\$1.200.000,00									
- Capital Próprio	R\$514.285,71									
Receita Venda Energia	R\$-	R\$403.315,20	R\$439.613,57	R\$479.178,79	R\$522.304,88	R\$569.312,32	R\$620.550,43	R\$676.399,97	R\$737.275,96	R\$803.630,80
Saídas	R\$-	R\$79.417,85	R\$414.801,14	R\$400.308,12	R\$386.254,16	R\$372.678,77	R\$359.625,02	R\$347.139,86	R\$335.274,47	R\$324.084,61
CONFIS	R\$-	R\$12.099,46	R\$13.188,41	R\$14.375,36	R\$15.669,15	R\$17.079,37	R\$18.616,51	R\$20.292,00	R\$22.118,28	R\$24.108,92
PIS/PASEP	R\$-	R\$2.621,55	R\$2.857,49	R\$3.114,66	R\$3.394,98	R\$3.700,53	R\$4.033,58	R\$4.396,60	R\$4.792,29	R\$5.223,60
ADM	R\$-	R\$4.033,15	R\$4.396,14	R\$4.791,79	R\$5.223,05	R\$5.693,12	R\$6.205,50	R\$6.764,00	R\$7.372,76	R\$8.036,31
Comercialização	R\$-	R\$20.165,76	R\$21.980,68	R\$23.958,94	R\$26.115,24	R\$28.465,62	R\$31.027,52	R\$33.820,00	R\$36.863,80	R\$40.181,54
Seguros	R\$-	R\$1.613,26	R\$1.758,45	R\$1.916,72	R\$2.089,22	R\$2.277,25	R\$2.482,20	R\$2.705,60	R\$2.949,10	R\$3.214,52
Sistema de Transmissão	R\$-	R\$9.519,87	R\$9.519,87	R\$9.519,87	R\$9.519,87	R\$9.519,87	R\$9.519,87	R\$9.519,87	R\$9.519,87	R\$9.519,87
Operação e Manutenção	R\$-	R\$20.169,22	R\$20.169,22	R\$20.169,22	R\$20.169,22	R\$20.169,22	R\$20.169,22	R\$20.169,22	R\$20.169,22	R\$20.169,22
Contribuição Social	R\$-	R\$4.355,80	R\$4.747,83	R\$5.175,13	R\$5.640,89	R\$6.148,57	R\$6.701,94	R\$7.305,12	R\$7.962,58	R\$8.679,21
Imposto de Renda	R\$-	R\$4.839,78	R\$5.275,36	R\$5.750,15	R\$6.267,66	R\$6.831,75	R\$7.446,61	R\$8.116,80	R\$8.847,31	R\$9.643,57
Despesas Financeiras	R\$-	R\$-	R\$146.092,70	R\$126.721,29	R\$107.349,88	R\$87.978,48	R\$68.607,07	R\$49.235,66	R\$29.864,25	R\$10.492,85
Amortizações	R\$-	R\$-	R\$184.815,00	R\$184.815,00	R\$184.815,00	R\$184.815,00	R\$184.815,00	R\$184.815,00	R\$184.815,00	R\$184.815,00
Saldo Inicial	R\$-	R\$-	R\$323.897,35	R\$348.709,78	R\$427.580,45	R\$563.631,17	R\$760.264,72	R\$1.021.190,12	R\$1.350.450,23	R\$1.752.451,73
Total de Entradas	R\$1.714.285,71	R\$403.315,20	R\$439.613,57	R\$479.178,79	R\$522.304,88	R\$569.312,32	R\$620.550,43	R\$676.399,97	R\$737.275,96	R\$803.630,80
Total de Saídas	R\$-	R\$79.417,85	R\$414.801,14	R\$400.308,12	R\$386.254,16	R\$372.678,77	R\$359.625,02	R\$347.139,86	R\$335.274,47	R\$324.084,61
Saldo Final	R\$1.714.285,71	R\$323.897,35	R\$348.709,78	R\$427.580,45	R\$563.631,17	R\$760.264,72	R\$1.021.190,12	R\$1.350.450,23	R\$1.752.451,73	R\$2.231.997,92

Tabela 10 – Fluxo de Caixa da CGH Campestrinho

5.1.12 Análise da CGH sem a UFV Campestrinho

Através dos cálculos para a implantação da CGH Campestrinho, chegamos a uma potência firme de 233,44 kW e 450kW instalada.

Ainda, para cálculo da relação R\$/kW instalado, chegamos a R\$ 4.444,44/kW.

A TIR do empreendimento ficou em 32,83% o que é atrativa quando comparada ao WACC (TMA) de 10,40% do investidor.

6 ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA UFV NA REGIÃO DA CGH CAMPESTRINHO

Após confirmada a viabilidade da implantação da CGH Campestrinho. Faremos a análise de implantação da Usina hídrica fotovoltaica (UHFV) Campestrinho na mesma área da CGH. O objetivo desta etapa é formular um conjunto de projeções (Fluxo de Caixa) consistentes da empresa para os próximos anos, permitindo assim, ao investidor analisar a atratividade e a consistência do negócio. Sendo estas premissas consistentes, elas tornar-se-ão parâmetros fundamentais pelos quais será medida a atratividade do empreendimento solar junto a CGH Campestrinho.

6.1.1 Materiais e equipamentos

Para implantação da usina serão instalados 2000 painéis de 255W, ou 510kWp, em área dentro dos limites da propriedade da CGH Campestrinho Ltda.

Esta potência de 510kWp foi escolhida como ponto de partida, pois valores abaixo deste são inviáveis do ponto de vista financeiro.

A relação de equipamentos a serem instalados são: módulos Solares de 255w (primeira linha), inversor Solar de 500kWp, string box 2 cordas 1 saída, Perfil alumínio ultralight, junção para perfil em alumínio k2, terminal final 39.41mm, terminal intermediário de 39.44mm, porca m10 inox a2, cabo solar 6mm preto, cabo solar 6mm vermelho, conectora fêmea multicontact e conector macho multicontact.

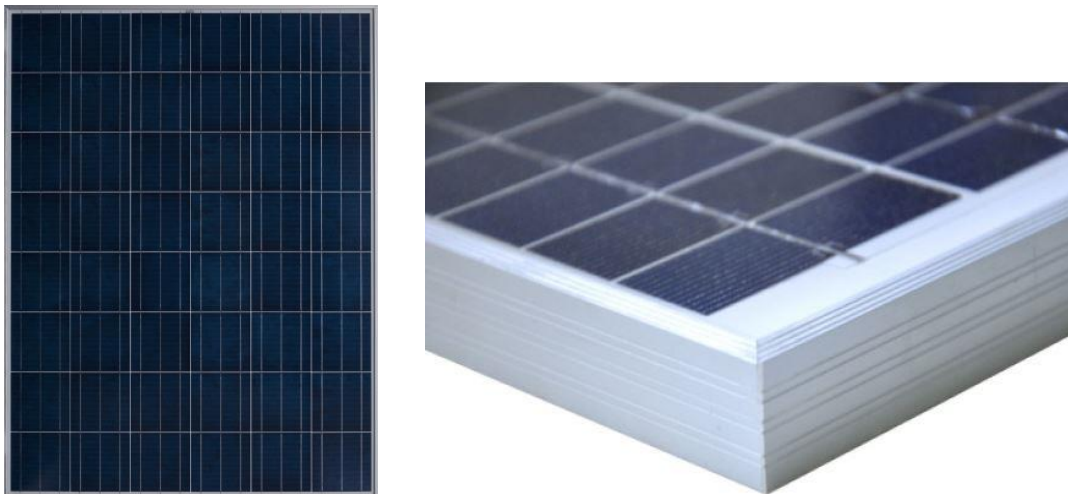


Figura 8 – Paine Solar fotovoltaico

Fonte: Yingli Solar

6.1.2 Fator de Capacidade

O fator de capacidade representa o nível de atividade de uma usina em um determinado período, ou seja, é a energia efetivamente produzida por uma usina dividida pela produção que teria funcionando em sua capacidade nominal durante o período. Por exemplo, dizer que uma usina possui um fator de capacidade de 50% é o equivalente a dizer que esta usina gera em um ano a quantidade de energia que geraria trabalhando em sua capacidade nominal durante seis meses.

O fator de capacidade médio é dado pela equação abaixo:

$$FC = \frac{\int_{t_1}^{t_2} P(t) dt}{P_0 \cdot (t_2 - t_1)}$$

Figura 35 – Equação do Fator de Capacidade onde P(t) é potencia instantânea e P0 a potência nominal da usina.

Para a região de Divinolândia o fator de capacidade médio para uma irradiação de 4,14 kWh/m².dia é de 15,23%. Logo, para uma usina de 510kWp instalados, teremos um fator de capacidade de 77,67 kW firme.

6.1.3 Premissas para os Estudos Financeiros

Dadas a premissas:

- Fator de Capacidade: 15,23%;
- Custo médio de implantação de uma potência instalada fotovoltaica de 510 kWp é de R\$ 2.000.000,00;
- Tarifa de venda de R\$ 301,00/MW.

Fizemos várias simulações para diversos percentuais de aportes de capitais próprios, bem como, foram avaliados os seus respectivos WACC e TIR.

Para esta análise, o sistema foi considerado híbrido, ou seja, as simulações foram feitas considerando uma usina hídrico fotovoltaica (UHFV). Nesse sentido, os parâmetros do sistema foram:

	CGH	Fotovoltaica	Híbrido
Potência Instalada (kW)	450,00	510,00	960,00
Potência Firme (kW)	233,44	77,67	311,11
Fator de Capacidade	51,88%	15,23%	32,41%
Tarifa (R\$)	200,00	301,00	225,22

Tabela 11 – Dados do Sistema híbrido

Ainda, para definição de “viabilidade” foi considerado que o sistema deverá ter VPL superior aos alcançados para a CGH e TIR para o sistema híbrido maior que o respectivo WACC híbrido.

6.1.4 Análise das simulações

Para efeito de análise foram considerados os seguintes casos:

	Percentual de Financiamento		
	CGH	Fotovoltaica	Híbrido
Caso 1	70%	70%	70,00%
Caso 2	70%	60%	64,62%
Caso 3	70%	50%	59,23%
Caso 4	70%	40%	53,85%
Caso 5	70%	30%	48,46%
Caso 6	70%	20%	43,08%
Caso 7	70%	10%	37,69%

Caso 8	70%	0%	32,31%
Caso 9	0%	70%	37,69%

Tabela 12 – Casos a serem analisados

Ressalta-se que para oito dos nove casos, o financiamento da CGH foi considerado igual a 70%, por este ser o empreendimento principal.

Após análise do VPL das simulações da Tabela 12, chegamos aos seguintes resultados:

	Viabilidade (VPL)		
	CGH	Híbrido	Viabilidade
Caso 1	R\$2.975.886,87	R\$32.431,96	Inviável
Caso 2	R\$2.975.886,87	R\$976.174,78	Inviável
Caso 3	R\$2.975.886,87	R\$1.931.161,98	Inviável
Caso 4	R\$2.975.886,87	R\$2.897.522,92	Inviável
Caso 5	R\$2.975.886,87	R\$3.875.388,50	Viável
Caso 6	R\$2.975.886,87	R\$4.864.891,21	Viável
Caso 7	R\$2.975.886,87	R\$5.866.165,15	Viável
Caso 8	R\$2.975.886,87	R\$6.879.346,07	Viável
Caso 9	R\$2.975.886,87	R\$5.866.165,14	Viável

Tabela 13 – Casos a serem analisados

	Viabilidade (TIR)			
	CGH (TIR)	Híbrido (WACC)	Híbrido (TIR)	Viabilidade
Caso 1	32,83%	10,56%	10,40%	Inviável
Caso 2	32,83%	10,29%	14,78%	Viável
Caso 3	32,83%	10,18%	18,47%	Viável
Caso 4	32,83%	10,08%	21,77%	Viável
Caso 5	32,83%	9,97%	24,77%	Viável
Caso 6	32,83%	9,86%	27,53%	Viável
Caso 7	32,83%	9,75%	30,10%	Viável
Caso 8	32,83%	9,65%	32,50%	Viável
Caso 9	32,83%	9,75%	30,10%	Viável

Tabela 14 – Casos a serem analisados

Dos dados, vemos que todos os casos cujo índice de financiamento solar é menor que 30% são viáveis, ou seja, aqueles que possuem $VPL_{híbrido} > VPL_{CGH}$. Em resumo, os casos

que necessitam de maior aporte de capital por parte do empreendedor são plenamente viáveis (casos 5, 6, 7, 8 e 9).

Contudo, uma análise cuidadosa da capacidade de aporte por parte do empreendedor é fundamental a implantação do sistema híbrido solar e hídrico. Conforme análise da tabela abaixo, o valor mínimo de aporte de capital próprio, para que o empreendimento seja viável é de R\$ 1.914.285,71 (caso 5). Nessa linha, é fácil observar que, quanto maior capacidade de aporte de capital próprio, maior será o VPL, TIR, conforme podemos constatar no caso 8.

	Capital Próprio		
	CGH	Fotovoltaica	Híbrido
Caso 1	R\$514.285,71	R\$600.000,00	R\$1.114.285,71
Caso 2	R\$514.285,71	R\$800.000,00	R\$1.314.285,71
Caso 3	R\$514.285,71	R\$1.000.000,00	R\$1.514.285,71
Caso 4	R\$514.285,71	R\$1.200.000,00	R\$1.714.285,71
Caso 5	R\$514.285,71	R\$1.400.000,00	R\$1.914.285,71
Caso 6	R\$514.285,71	R\$1.600.000,00	R\$2.114.285,71
Caso 7	R\$514.285,71	R\$1.800.000,00	R\$2.314.285,71
Caso 8	R\$514.285,71	R\$2.000.000,00	R\$2.514.285,71
Caso 9	R\$1.714.285,71	R\$600.000,00	R\$2.314.285,71

Tabela 15 – Casos a serem analisados

6.1.5 Fluxo de Caixa para o sistema híbrido

Da análise prévia vemos que, a UHFV que apresenta o melhor custo-benefício, ou seja, VPL e TIR acima da média e, com menor aporte de capital próprio é o caso 5, conforme fluxo de caixa abaixo.

FLUXO DE CAIXA UHFV CAMPESTRINHO – CASO 5										
	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9
Entradas	R\$3.714.285,71	R\$605.383,83	R\$659.868,38	R\$719.256,53	R\$783.989,62	R\$854.548,68	R\$931.458,06	R\$1.015.289,29	R\$1.106.665,33	R\$1.206.265,20
Investimento Inicial	R\$3.714.285,71									
- Empréstimo	R\$1.800.000,00									
- Capital Próprio	R\$1.914.285,71									
Receita Venda Energia	R\$-	R\$605.383,83	R\$659.868,38	R\$719.256,53	R\$783.989,62	R\$854.548,68	R\$931.458,06	R\$1.015.289,29	R\$1.106.665,33	R\$1.206.265,20
Saídas	R\$-	R\$104.332,91	R\$607.412,40	R\$585.677,85	R\$564.602,33	R\$544.245,15	R\$524.670,97	R\$505.950,25	R\$488.159,80	R\$471.383,35
CONFIS	R\$-	R\$18.161,51	R\$19.796,05	R\$21.577,70	R\$23.519,69	R\$25.636,46	R\$27.943,74	R\$30.458,68	R\$33.199,96	R\$36.187,96
PIS/PASEP	R\$-	R\$3.934,99	R\$4.289,14	R\$4.675,17	R\$5.095,93	R\$5.554,57	R\$6.054,48	R\$6.599,38	R\$7.193,32	R\$7.840,72
ADM	R\$-	R\$6.053,84	R\$6.598,68	R\$7.192,57	R\$7.839,90	R\$8.545,49	R\$9.314,58	R\$10.152,89	R\$11.066,65	R\$12.062,65
Comercialização	R\$-	R\$30.269,19	R\$32.993,42	R\$35.962,83	R\$39.199,48	R\$42.727,43	R\$46.572,90	R\$50.764,46	R\$55.333,27	R\$60.313,26
Seguros	R\$-	R\$2.421,54	R\$2.639,47	R\$2.877,03	R\$3.135,96	R\$3.418,19	R\$3.725,83	R\$4.061,16	R\$4.426,66	R\$4.825,06
Sistema de Transmissão	R\$-	R\$9.519,87	R\$9.519,87	R\$9.519,87	R\$9.519,87	R\$9.519,87	R\$9.519,87	R\$9.519,87	R\$9.519,87	R\$9.519,87
Operação e Manutenção	R\$-	R\$20.169,22	R\$20.169,22	R\$20.169,22	R\$20.169,22	R\$20.169,22	R\$20.169,22	R\$20.169,22	R\$20.169,22	R\$20.169,22
Contribuição Social	R\$-	R\$6.538,15	R\$7.126,58	R\$7.767,97	R\$8.467,09	R\$9.229,13	R\$10.059,75	R\$10.965,12	R\$11.951,99	R\$13.027,66
Imposto de Renda	R\$-	R\$7.264,61	R\$7.918,42	R\$8.631,08	R\$9.407,88	R\$10.254,58	R\$11.177,50	R\$12.183,47	R\$13.279,98	R\$14.475,18
Despesas Financeiras	R\$-	R\$-	R\$219.139,05	R\$190.081,94	R\$161.024,82	R\$131.967,71	R\$102.910,60	R\$73.853,49	R\$44.796,38	R\$15.739,27
Amortizações	R\$-	R\$-	R\$277.222,50	R\$277.222,50	R\$277.222,50	R\$277.222,50	R\$277.222,50	R\$277.222,50	R\$277.222,50	R\$277.222,50
Saldo Inicial	R\$-	R\$-	R\$501.050,92	R\$553.506,89	R\$687.085,57	R\$906.472,86	R\$1.216.776,39	R\$1.623.563,48	R\$2.132.902,53	R\$2.751.408,05
Total de Entradas	R\$3.714.285,71	R\$605.383,83	R\$659.868,38	R\$719.256,53	R\$783.989,62	R\$854.548,68	R\$931.458,06	R\$1.015.289,29	R\$1.106.665,33	R\$1.206.265,20
Total de Saídas	R\$-	R\$104.332,91	R\$607.412,40	R\$585.677,85	R\$564.602,33	R\$544.245,15	R\$524.670,97	R\$505.950,25	R\$488.159,80	R\$471.383,35
Saldo Final	R\$3.714.285,71	R\$501.050,92	R\$553.506,89	R\$687.085,57	R\$906.472,86	R\$1.216.776,39	R\$1.623.563,48	R\$2.132.902,53	R\$2.751.408,05	R\$3.486.289,90

Tabela 16 – Fluxo de caixa da UHFV Campestrinho.

7 CONCLUSÃO

O trabalho teve a intenção de estudar a complementariedade espacial e temporal das fontes hídrica e fotovoltaica. Além de abordar a viabilidade de uma CGH e conseqüentemente a implantação de uma usina solar junto a esta CGH; ou conforme nomenclatura adotada neste trabalho, uma unidade híbrida hídrica-fotovoltaica ou UHFV.

Especificamente, o primeiro passo consistiu em definir uma CGH com objetivo de dar subsídios para o estudo de viabilidade técnico e econômica da CGH Campestrinho.

A análise técnico econômica da CGH Campestrinho abriu caminho para o estudo de implantação da UFV Campestrinho junto a CGH. Cabe ressaltar que a complementariedade comprovada neste trabalho é avaliada apenas por uma ótica do fluxo de caixa, já que, nos meses de menor chuva teremos maior insolação, o que é bom para complementação do fluxo de caixa. Desse modo, além da complementariedade energética temos uma óbvia complementariedade financeira nos meses de baixas afluências.

Este trabalho também conclui que UFVs que possam complementar, de forma viável a centrais elétricas geradoras, devem ter potência firme com cerca de no mínimo 30% da potência firme da CGH.

A viabilidade de usinas fotovoltaicas-hídricas ou UHFV, está muito sujeita aos: fatores de capacidade, tarifa, capacidade de aporte de capital próprio e potência instalada.

Para o caso da CGH Campestrinho, percebe-se uma ótima viabilidade técnica para implantação da UHFV Campestrinho, conforme pôde ser levantado neste trabalho. Contudo, em todos os cenários cuja viabilidade foi constatada, obrigou-se o empreendedor a ter grande capacidade de aporte financeiro. Ou seja, em função do cenário econômico pouco satisfatório e das altas taxas de financiamento, a UHFV Campestrinho torna-se viável tão somente com um aporte de no mínimo 70% para implantação da usina fotovoltaica.

Por fim, a implementação de um sistema híbrido hidrelétrico fotovoltaico, em locais com disponibilidades energéticas complementares no tempo ou no espaço; e com capacidade de aporte de capital próprio do empreendedor, com o intuito de fugir as altas taxas de financiamentos atuais, tornam as UHFVs uma ótima opção para alavancar os rendimentos das CGHs. Cabe ainda ressaltar que este trabalho procurou apenas mostrar matematicamente a

viabilidade de empreendimentos dessa natureza devendo em uma situação real, fazer estudos de insolação na região da implantação dos painéis por um período mínimo de 12 meses; de forma a garantir a energia firme esperada para o empreendimento.

8 BIBLIOGRAFIA

ANEEL. Guia do Empreendedor, Brasília, 2003.

UFPE. Atlas Solarimétrico do Brasil, Recife, 2000.

Beluco, Alexandre. Bases para uma metodologia de dimensionamento de aproveitamentos híbridos baseados em energia hidrelétrica e fotovoltaica, Porto Alegre, 2001.

Nery, Eduardo. Mercados e Regulação de Energia Elétrica. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2012.

Pereira, Enio Bueno. Atlas Brasileiro de Energia Solar. INPE, São José dos Campos, 2006.

Boletim Mensal de Monitoramento do Setor Elétrico Brasileiro, 2015. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2015.

Shayani, Rafael Amaral. Comparação do Custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes Convencionais. CBPE, Brasília, 2006

Sá, Cleber Malta. Micro, Mini e PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas), Editora Kelps, Goiânia, 2012.

Souza, Zulcy de. Centrais Hidrelétricas: implantação de comissionamento. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2009.

Lopez, Ricardo Aldabó. Energia Solar para produção de Eletricidade. Artliber Editora, São Paulo, 2012.
