

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Curso de Engenharia de Energia

**ESTUDO DE VIABILIDADE NA IMPLANTAÇÃO DE UMA CENTRAL
DE GERAÇÃO HIDRELÉTRICA PARA ALIMENTAÇÃO DE UMA
BOMBA HIDRÁULICA.**

Autor: Vanessa de Oliveira Ribeiro

Orientador: Rudi Henri Van Els

Brasília, DF

2015



VANESSA DE OLIVEIRA RIBEIRO

**ESTUDO DE VIABILIDADE NA IMPLANTAÇÃO DE UMA CENTRAL DE
GERAÇÃO HIDRELÉTRICA PARA ALIMENTAÇÃO DE UMA BOMBA
HIDRÁULICA.**

Monografia submetida ao curso de Engenharia de Energia da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Rudi Henri Van Els

Brasília, DF 2015

CIP – Catalogação Internacional da Publicação*

Ribeiro, Vanessa de Oliveira.

Estudo de viabilidade na implantação de uma central de geração hidrelétrica para alimentação de uma bomba hidráulica./ Vanessa de Oliveira Ribeiro. Brasília: UnB, 2015.39 p. : il. ; 29,5 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília
Faculdade do Gama, Brasília, 2015. Orientação: Dr. Rudi
Henri Van Els.

1. Central de Geração Hidrelétrica. 2. Energia Alternativa. 3.
Recurso renovável I. ELS, Rudi Van. II. Estudo de viabilidade na
implantação de uma central de geração hidrelétrica para alimentação
de uma bomba hidráulica.

CDU Classificação



**ESTUDO DE VIABILIDADE NA IMPLANTAÇÃO DE UMA CENTRAL DE
GERAÇÃO HIDRELÉTRICA PARA ALIMENTAÇÃO DE UMA BOMBA
HIDRÁULICA.**

Vanessa de Oliveira Ribeiro

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia da Faculdade UnB Gama - FGA, da Universidade de Brasília, em dd/mm/2015 apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Prof. Dr: Rudi Henri Van Els, UnB/ FGA

Orientador

Prof. Dr: , UnB/ FGA

Membro Convidado

Prof. Dr: , UnB/ FGA

Membro Convidado

Brasília, DF

2015

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que com sua misericórdia e amor me sustentou até aqui. Aos meus pais, Andrea e Galdino, pela infinita compreensão diante dos meus sentimentos aflorados quando de frente à alguns desafios durante a graduação, eu os amo e os admiro, obrigada por toda palavra de incentivo e por sempre me darem a liberdade de ser e fazer aquilo que o meu coração mandava, a vocês os meu amor e gratidão para sempre.

Aos meus familiares e amigos de longa data que estiveram do meu lado durante toda a minha graduação sempre acreditando em meu potencial.

Ao meus colegas de graduação que foram essenciais nessa caminhada. Vocês foram fundamentais em alguns momentos e me faziam sempre persistir mais um pouco.

Aos professores da UnB do Gama, em especial meu orientador Rudi Van Els, que com competência e amor à profissão sempre tiveram muita paciência e nos passaram o conhecimento da melhor maneira possível, nos mostrando que somos sempre capazes de pensar um pouco mais e de superar os nossos limites.

A todos que indiretamente estiveram comigo direta ou indiretamente durante os anos de graduação, obrigada.

RESUMO

Com o aumento da utilização de Energia Elétrica no Brasil as Centrais de Geração hidroelétricas vêm ganhando força na matriz energética brasileira, se tornando assim, um recurso renovável para ser usado como fonte de energia alternativa. Este trabalho teve com objetivo analisar a viabilidade na implantação de uma pequena central hidrelétrica como alternativa para alimentação de uma bomba hidráulica que captará a água da fonte e bombeará até o futuro local de instalação de uma fábrica de água mineral. O aproveitamento em estudo é na fazenda Mineração Bom Jesus, localizada no município de Luziânia, no estado de Goiás. O desenvolvimento deste trabalho foi fundamentado em estudos teóricos para a estimativa do potencial hidrelétrico, produzido por uma queda d'água, e a potência mínima necessária para alimentar uma bomba, por meio de dados da vazão do curso d'água existente no local e altura de queda. Após levantamento de todos os dados necessários para o estudo, constatou-se que o potencial hidrelétrico encontrado foi de 25 kW e que a bomba necessita de uma potência de 1,3 kW, o que implica na viabilidade da instalação de uma Central Hidrelétrica, classificada como sendo do tipo micro. A instalação da microcentral proporcionará melhorias financeiras, pois a geração de energia elétrica suprirá o consumo da bomba, e também benefícios ambientais.

Palavras-chave: Energia Elétrica, Centrais de Geração Hidrelétrica, potencial hidrelétrico.

ABSTRACT

With the increased use of Electricity in Brazil Generation of the hydroelectric plants have been gaining strength in the Brazilian energy matrix, becoming thus a renewable resource to be used as an alternative energy source. This study was to analyze the viability of implantation of a small hydro plant as an alternative to power a hydraulic pump that will capture water from the spring and will pump up the future site of installation of the mineral water factory. The study is in use on the farm Mineração Bom Jesus, in the municipality of Luziânia, state of Goiás. The development of this work was based on theoretical studies to estimate the hydropower produced by a waterfall and the minimum power required to feeding a pump, via flow course data existing water in place and drop height. After lifting all the data needed for the study, it was found that the hydroelectric potential found was 25 kW and the pump needs a power of 1.3 kW, which implies the feasibility of installing a hydroelectric plant, classified as the micro type. The installation of the micro provide financial improvements, for the generation of electricity will supply the pump intake and also bring environmental benefits to future plant.

Keywords: Electric Power, Hydroelectric Generating Plants, hydropower potential.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Localização da Mineração Bom Jesus Ltda no contexto brasileiro	16
Figura 2. Localização da MINERAÇÃO BOM JESUS LTDA no contexto estadual..	17
Figura 3. Localização da MINERAÇÃO BOM JESUS LTDA no contexto municipal.	18
Figura 4. Distância da Mineração Bom Jesus até a capital do estado de Goiás, Goiânia.....	18
Figura 5. Bacias hidrográficas do estado do Goiás.....	20
Figura 6 . Localização das fontes Genesis 1 e 2	21
Figura 7. Vista geral da captação da mina d'água, Fontes de água Gênese 1 e 2.....	22
Figura 8. Distância entre as fontes e o vertedouro (V) ..	23
Figura 9. Diagrama de blocos do processo de captação da água até o vertedouro onde deságua o fluxo de água.	24
Figura 11. Tubulão instalado na captação denominada Fonte Gênese 1. A fonte Gênese 2 possui um tubulão idêntico.	25
Figura 12. Caixa de passagem no interior da área cercada da captação. Toda água das fontes, Gênese 1 e 2.	26
Figura 13. Caixa de saída, das fontes até o vertedouro , situada fora do perímetro cercado da captação.	27
Figura 14. Vertedouro na margem do córrego Santo Antônio da Boa Vista.....	27
Figura 15. Vista superior do vertedouro situado na margem do Córrego Santo Antônio da Boa Vista	28
Figura 16. Precipitações anuais para o período 2009-2013 registradas na estação do ICEA.....	29
Figura 17. Precipitações mensais para o período de 2011 – 2013 registradas na estação do ICEA.....	29
Figura 18. Distância entre as fontes e a futura fábrica de água	31
Figura 19. Sistema simplificado do bombeamento de água até o tanque de destino na futura fábrica de água mineral	32

Figura 20. Diagrama de blocos do sistema de bombeamento alimentado pela CGH...	33
Figura 20. Visão lateral simplificada da queda d'água existente .	34
Figura 21. Diagrama de blocos com o esquemático da proposta deste trabalho..	36

LISTA DE ABREVIATURAS

ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

LTDA- Limitada

EPE- Empresa de Pesquisa Energética

PNUMA- Programa das Nações Unidas para o meio ambiente

G1- Fonte Gênesis 1

G2- Fonte Gênesis 2

LISTA DE SÍMBOLOS

η – Eficiência

P – Potência

Q – Vazão

l- Litro

ha- hectares

cv- cavalo

m- metros

$m^3.s^{-1}$ – metros cúbicos por segundo

$l.s^{-1}$ – litros por segundo

km- Quilômetros

kW - kilowatt

kWh- kilowatt hora

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	8
LISTA DE SÍMBOLOS	11
SUMÁRIO.....	12
Capítulo 1. Visão geral	13
1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Justificativa	13
1.2 Objetivo.....	15
1.2.1 Objetivo específico do TCC 1.....	15
Capítulo 2. O sítio	16
2. LOCAL DE INSTALAÇÃO	16
2.1 Bacia Hidrográfica.....	19
2.2 Aquífero explorado	20
2.3 Clima	28
2.4 Relevo.....	30
2.5 Dados hidroenergéticos	30
2.6 Sistema de bombeamento de água.....	31
3. UNIDADE GERADORA	33
3.1 Determinação do potencial hidráulico.....	33
3.2 Determinação da potência da bomba	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
5.1 Atividades futuras	37
5.2 Cronograma.....	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

Capítulo 1. Visão geral

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos o consumo de Energia Elétrica vem aumentando proporcionalmente ao desenvolvimento econômico do Brasil, fato que acontece devido o crescimento da industrialização juntamente com o aumento populacional. Em estudos realizados pela EPE, nos próximos 25 anos, haverá um significativo aumento na demanda por energia, o que corresponde a 5% ao ano no período de 2005 à 2010 e que nos outros anos será de 3,6% e 3,4% nos anos 2010 à 2020 e 2020 à 2030, oferta e demanda apresentarão uma maior eficiência energética (TOLMASQUIM, 2007).

As hidrelétricas tem um papel muito importante na matriz energética brasileira e na eficiência na geração de energia elétrica, apesar desses fatores, os recursos hídricos disponíveis são imensos e ainda pouco explorados, representando apenas 14,4 % de nossa matriz energética no ano de 2009. (MUNDIAL, 2009).

As centrais de geração hidrelétricas (CGH) vêm adquirindo significativo papel no país, o que atrelado ao fato desse tipo de empreendimento contribuir para a geração de energia elétrica de maneira significativa na matriz energética brasileira, mostra ser uma boa alternativa para redução do consumo de energia elétrica nos empreendimentos.

Com o intuito de auxiliar na diminuição do consumo da fazenda Mineração Bom Jesus, com a utilização da energia elétrica gerada para alimentar uma bomba hidráulica, bem como colocar em seus processos a questão da energia renovável e além de permitir a pré- viabilidade para a implantação de uma CGH, que está inserida a metodologia desenvolvida neste trabalho.

1.1 Justificativa

Segundo dados da Aneel (2015), no Brasil existem hoje aproximadamente 500 Centrais de Geração Hidrelétrica (CGH), totalizando uma potência de 330.019,05 kW , essas são miniusinas com potência de até 1 MW, representando 0,24 % da matriz energética, dado esse que em 2011 representava apenas 0,11% . Dessas 500 CGH's, 12 são do Estado de Goiás

onde esse estudo está sendo realizado, o que é possível perceber pela Tabela 1, gerando 6454,52 kW de potência (ANEEL, 2015).

Tabela 1. Centrais de Geração Hidrelétrica no Estado do Goiás . Fonte: ANEEL,2015

Usina	Potência Outorgada (kW)	Município
<u>Agropecuária Rio Paraíso</u>	302	Jataí - GO
<u>Cachoeira do Ronca (Antiga Mosquito)</u>	900	Campos Belos - GO
<u>do Candeeiro</u>	270	Doverlândia - GO
<u>Eletrocéu</u>	296	Chapadão do Céu - GO
<u>Fazenda Rancho Alegre e Fazenda Caraibinha</u>	79,12	Alto Paraíso de Goiás - GO
<u>Gameleira</u>	990	Gameleira de Goiás - GO
<u>Mãe Benta</u>	750	Niquelândia - GO
<u>PG2</u>	288	Ipameri - GO
<u>Rio Bonito II</u>	600	Caiapônia - GO
<u>Saia Velha</u>	360	Valparaíso de Goiás - GO
<u>São Bento</u>	622,4	Catalão - GO
<u>Usina do Rio Bonito I</u>	997	Caiapônia - GO

Os incentivos existem, por parte do governo para quem se registra na Aneel, segundo o Decreto nº. 2003/1996, os aproveitamentos de potenciais hidráulicos de até 1 MW independem de concessão ou autorização, porém devem ser comunicados ao órgão regulador e fiscalizador do poder concedente para fins de registro que podem ser destinados para fins de uso exclusivo ou para comercializar no mercado, a energia elétrica produzida na central hidrelétrica, para isso os empreendedores devem apresentar diversos documentos, e se dispõem a aproveitar um potencial hidráulico para utilizar a energia gerada, os descontos fornecidos podem chegar até 50% nas tarifas que incidirem sobre o estabelecimento (ANEEL, 2011).

A Eletrobrás (1985) classifica as Centrais de Geração Hidrelétrica como micro, mini ou pequenas, e a altura de queda de projeto como baixa, média ou alta. Na Tabela 2 abaixo é possível, com os dados de potência hidráulica e altura da queda de projeto do local em que está sendo realizado o estudo, classificar o empreendimento.

Tabela 2. Classificação das PCH quanto à potência e quanto à queda de projeto. Fonte: (ELETROBRÁS,1985)

CLASSIFICAÇÃO DAS CENTRAIS	POTÊNCIA - P (kW)	QUEDA DE PROJETO - H_d (m)		
		BAIXA	MÉDIA	ALTA
MICRO	$P < 100$	$H_d < 15$	$15 < H_d < 50$	$H_d > 50$
MINI	$100 < P < 1.000$	$H_d < 20$	$20 < H_d < 100$	$H_d > 100$
PEQUENAS	$1.000 < P < 30.000$	$H_d < 25$	$25 < H_d < 130$	$H_d > 130$

A Fazenda Mineração Bom Jesus será futuramente uma fábrica de água mineral representante de uma marca de renome mundial, fato que demonstra a importância do presente trabalho no estudo de viabilidade na instalação de uma CGH, para que toda a energia elétrica gerada alimente uma bomba que mandará água para a fábrica de água, esse bombeamento será de fundamental importância ao processo de fabricação de água mineral.

1.2 Objetivo

Este trabalho tem por objetivo o estudo da viabilidade na implantação de uma central de geração hidrelétrica a fim de alimentar uma bomba hidráulica para o bombeamento de água para uma futura fábrica de água mineral que será instalada na fazenda Mineração Bom Jesus localizada no município de Luziânia no Estado do Goiás.

1.2.1 Objetivo específico do TCC 1

- I. Identificar o potencial hidráulico gerado no local de estudo;
- II. Identificar o tipo de Central de Geração Hidrelétrica que poderá ser instalada;
- III. Calcular a potência mínima necessária para bombear água para a fábrica.

Capítulo 2. O sítio

2. LOCAL DE INSTALAÇÃO

O local do estudo de viabilidade na implantação de uma central de geração hidrelétrica é a fazenda Mineração Bom Jesus Ltda, com área de 49,70 hectares, cuja finalidade é a futura instalação de uma fábrica de água mineral. A fazenda está localizada 11 km após a rodovia GO-010 sentido Maniratuba no município de Luziânia, no Estado de Goiás- latitude $16^{\circ}33'27.04''S$, longitude $48^{\circ}9'46.16''O$. Nas figuras 1, 2 e 3 abaixo seguem mapas da localização no contexto brasileiro, estadual e municipal.



Figura 1. Localização da Mineração Bom Jesus Ltda no contexto brasileiro. Fonte: INCENOR



Figura 2. Localização da MINERAÇÃO BOM JESUS LTDA no contexto estadual. Fonte: GOOGLE MAPS (2015).

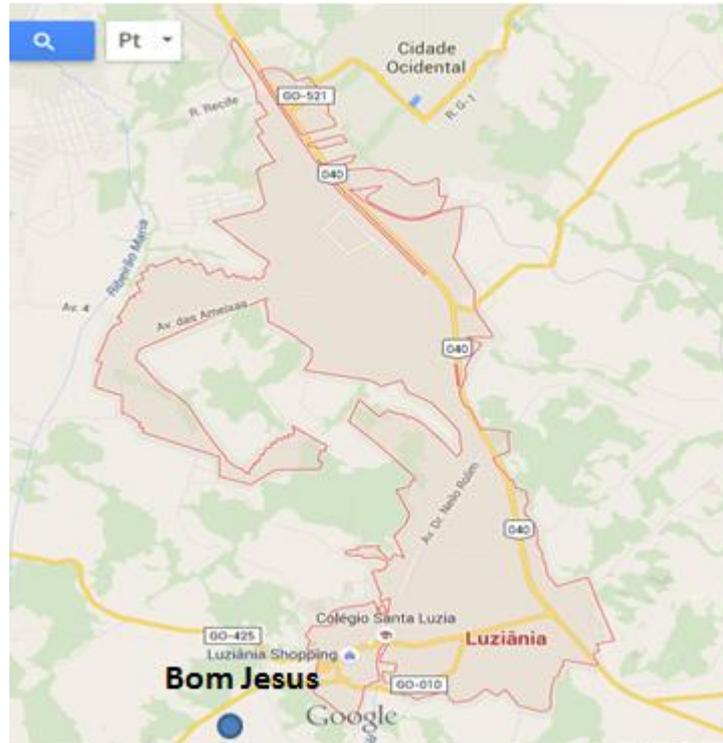


Figura 3. Localização da MINERAÇÃO BOM JESUS LTDA no contexto municipal. Fonte: GOOGLE MAPS (2015).

A fazenda Mineração Bom Jesus está distante 158 km da capital do estado de Goiás, Goiânia, este dado é importante, pois segundo a ELETROBRÁS, em seu manual de microcentrais hidrelétricas do ano de 1985, é fundamental o levantamento das distâncias dos empreendimentos aos centros urbanos e capital do Estado. Na Figura 4 abaixo é possível visualizar todo o percurso de deslocamento de um ponto ao outro.

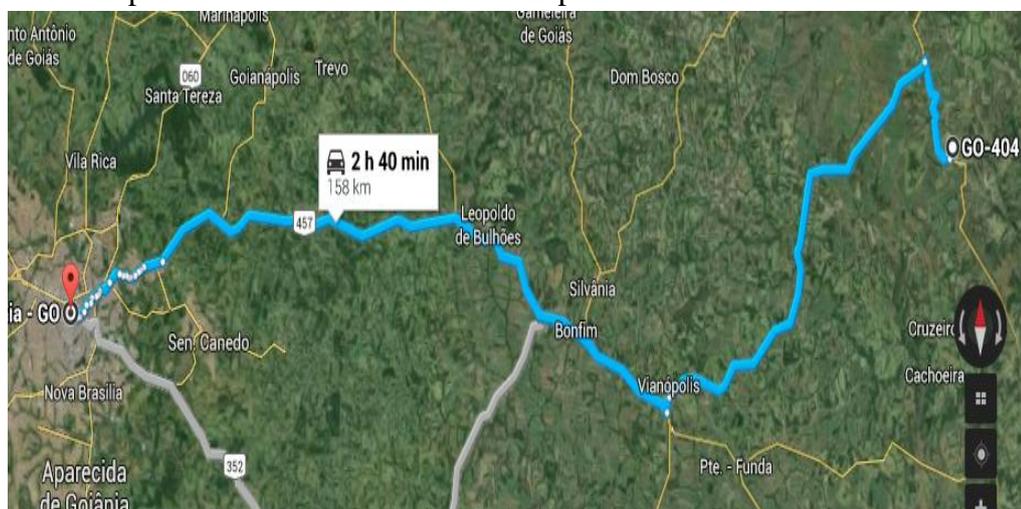


Figura 4. Distância da Mineração Bom Jesus até a capital do estado de Goiás, Goiânia. Fonte: GOOGLE MAPS (2015).

2.1 Bacia Hidrográfica

Para um efetivo estudo de instalação de uma central de geração hidrelétrica é de real importância o levantamento de suas configurações hidrológicas para o estudo comportamental dos recursos hídricos

O aproveitamento em estudo tem com principal recurso hídrico a Bacia hidrográfica Paranaíba, possui extensão de 149.488 km², na parte centro-sul do Estado de Goiás, abrigando 125 municípios goianos, entre eles, Luziânia.

A bacia nasce na Serra da Mata da Corda no Estado de Minas Gerais a uma altitude de 1.140 m e percorre uma extensão de 1.120 km até sua desembocadura no rio Paraná. Sua bacia de captação e drenagem totaliza 220.195 km². O rio Corumbá passa nas proximidades da fazenda e é um de seus efluentes. (SEPLAN-GO).

A área é cortada em seu terço leste pelo Córrego Santo Antônio da Boa Vista, Afluente do Rio Piracanjuba, que deságua no Rio Corumbá e está na bacia Paranaíba.

Na Figura 5, abaixo, encontra-se um mapa com todas as bacias e seus respectivos efluentes que passam por todo o estado de Goiás



Figura 6 . Localização das fontes Genesis 1 e 2 . Fonte: (GOOGLE MAPS)

Abaixo, na Figura 7, é possível ter uma visão clara da disposição das fontes G1 e G2, o local tem duas casas de proteção e ao redor é cercado, e o piso é de concreto. Nenhuma das casas de proteção é dotada de antecâmara ou está preparada para receber instalação de equipamentos elétricos.



Figura 7. Vista geral da captação da mina d'água, Fontes de água Gênesis 1 e 2

Uma parcela da captação de água das fontes deságua a 83,86 metros de distância em um vertedouro (V da figura abaixo) de descarga no Córrego Santo Antônio da Boa Vista.

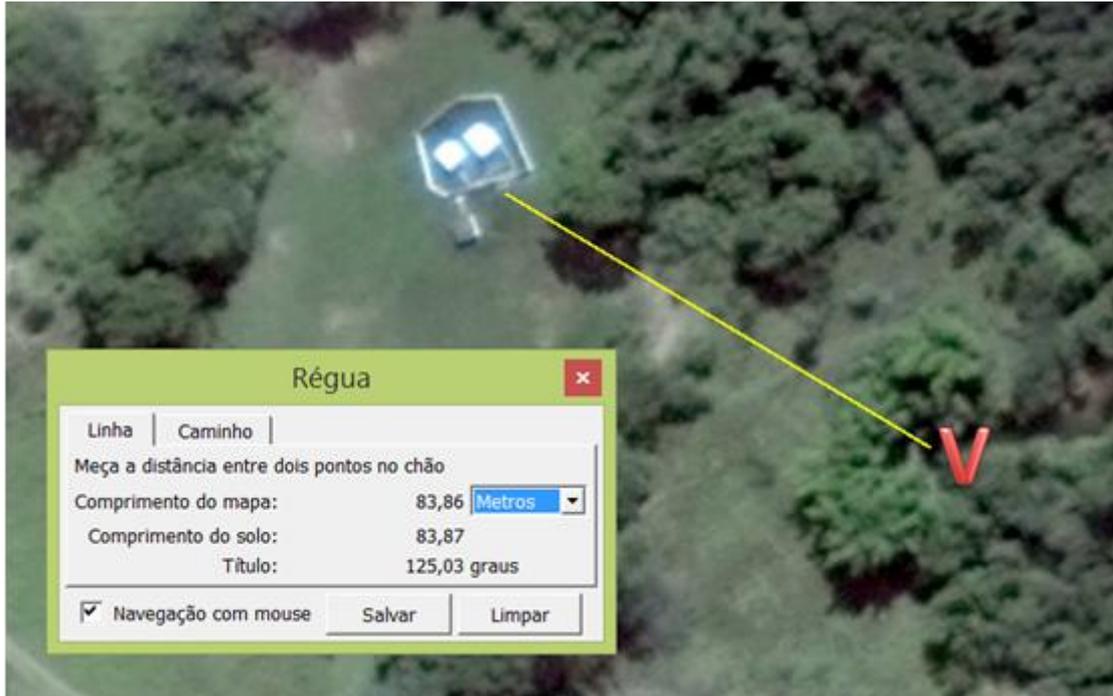


Figura 8. Distância entre as fontes e o vertedouro (V) . Fonte: GOOGLE MAPS (2015).

Para um melhor entendimento do esquema de captação atual de água e queda para o vertedouro presente no córrego Santo Antônio da Boa Vista, abaixo está esquematizado, em forma de um diagrama de blocos, o sistema atual como um todo.

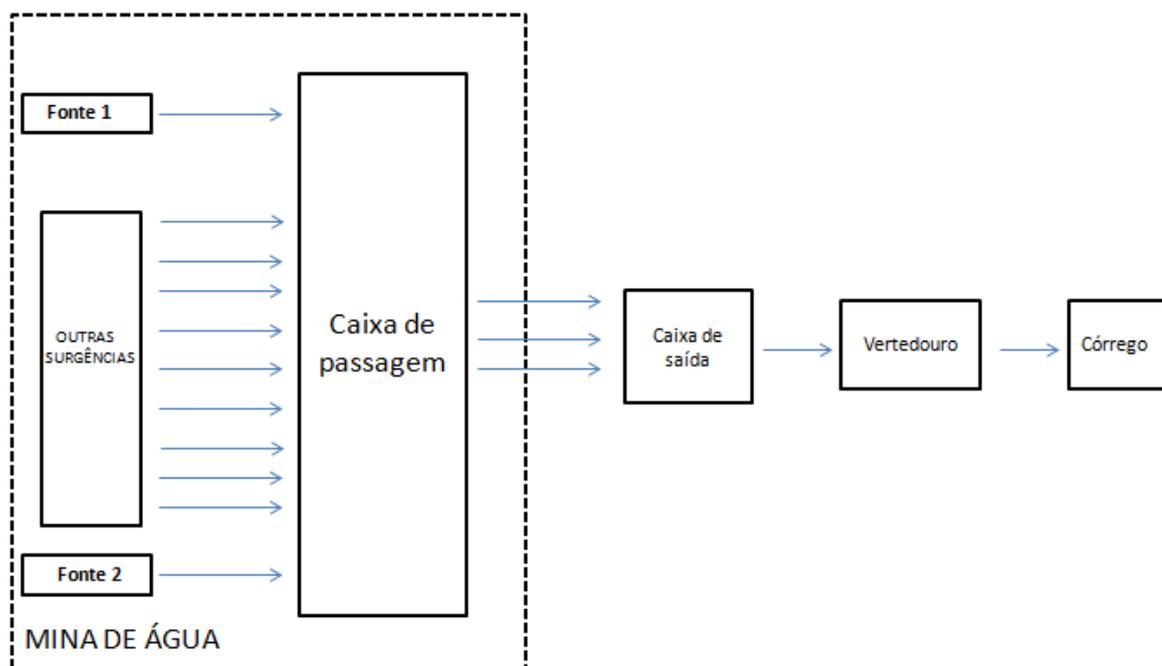


Figura 9. Diagrama de blocos do processo de captação da água até o vertedouro onde deságua o fluxo de água. Fonte própria.

O acesso à água mineral, em ambas as captações, se dá por meio de tubulão (tanque de tamanho pequeno) de aço inoxidável com 0,6m de diâmetro e 1,40m de extensão total, dotados de tampas. Cada tubulão é dotado de tubo de saída de 3 polegadas que deságua direto na caixa de passagem, existe uma torneira amostradora que serve para aferir se está tendo passagem de água pela encanação.



Figura 10. Tubulão instalado na captação denominada Fonte Gênesis 1. A fonte Gênesis 2 possui um tubulão idêntico.

Dois canos que saem diretamente dos tubulões nas casas de proteção conduzem a água captada para a caixa de passagem, existe uma grande quantidade de tubos de PVC para a condução da água entre os pontos de captação diversos existentes também , não só as que chegam nos tubulões, embaixo das fontes Genesis 1 e Genesis 2, e as casas de proteção e entre estas e os pontos de saída. Hoje posicionados sobre espessa camada de concreto, esses tubos não podem ser substituídos por outros de aço inoxidável.



Figura 11. Caixa de passagem no interior da área cercada da captação. Toda água das fontes, Gênesis 1 e 2.

Da caixa de passagem, o fluxo de água se divide em 3 outros canos na caixa de saída, que está localizada fora da demarcação das fontes Gênesis 1 e Gênesis 2, estes canos de PVC mandam água para o vertedouro que está no córrego Santo Antônio da Boa Vista.



Figura 12. Caixa de saída, das fontes até o vertedouro, situada fora do perímetro cercado da captação.

Toda a água que foi jogada na caixa de saída descem por uma tubulação de 6 polegadas, este é o ponto, Figura 13, onde o sistema turbina/gerador poderá ser montado .



Figura 13. Vertedouro na margem do córrego Santo Antônio da Boa Vista.



Figura 14. Vista superior do vertedouro situado na margem do Córrego Santo Antônio da Boa Vista .

2.3 Clima

Segundo o relatório do estado ambiental de Goiás do ano de 2002, publicado no site da PNUMA, o clima dominante é quente e semiúmido, com duas estações climáticas bem definidas, uma chuvosa e outra seca. O clima da área é do tipo tropical com estação seca. Devido à altitude elevada, e as temperaturas são amenas. É caracterizado por duas estações bem definidas: seca de maio a setembro e úmida de outubro a abril. A estação úmida apresenta comumente chuvas torrenciais. O gráfico da Figura 15 mostra as precipitações anuais do período 2009 a 2013.

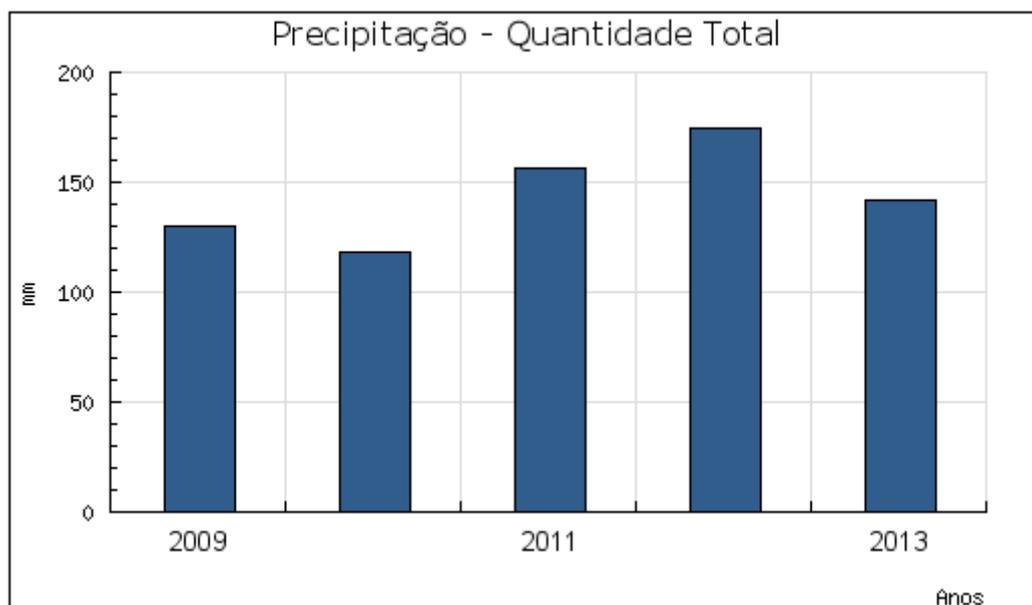


Figura 15. Precipitações anuais para o período 2009-2013 registradas na estação do ICEA (<http://clima.icea.gov.br/clima/precqntTotalAS.php>) do Aeroporto de Brasília.

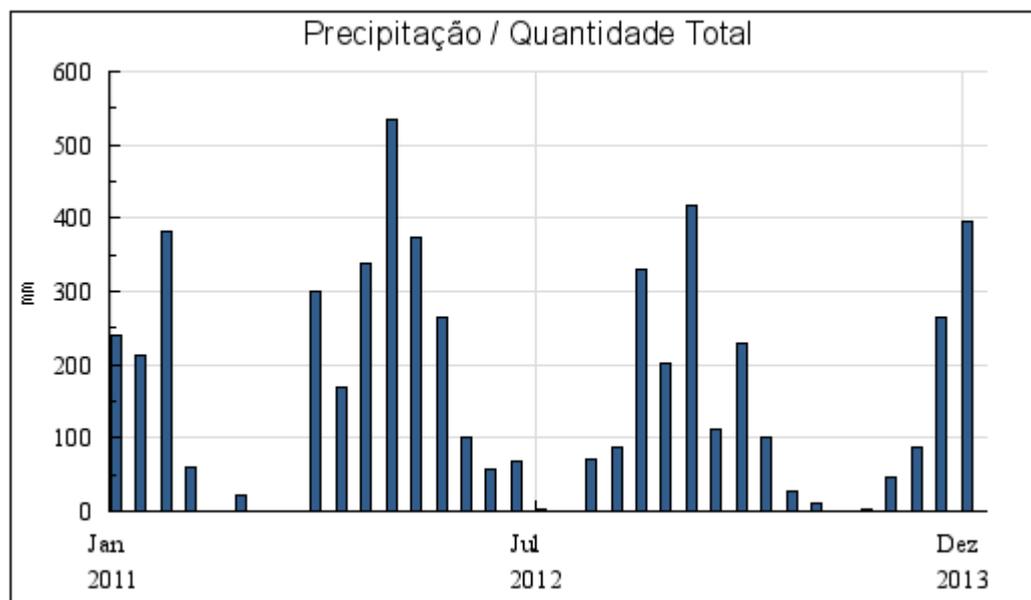


Figura 16. Precipitações mensais para o período de 2011 – 2013 registradas na estação do ICEA (<http://clima.icea.gov.br/clima/precqntTotalAS.php>) do Aeroporto de Brasília.

Pelos gráficos acima nas figuras 16 e 17, pode-se observar que os períodos de seca são de Maio a Setembro, o que pode apresentar alterações no valor de vazão medido, pois a sua

aferição foi feita em um mês de Junho, portanto a vazão utilizada nesse projeto pode ser considerada como intermediária de Q ser igual a $0,3032 \text{ m}^3/\text{s}$, enquanto que a máxima apresentou um valor de $0,555 \text{ m}^3/\text{s}$ ou $2000 \text{ m}^3/\text{h}$.

2.4 Relevô

O relatório de estado ambiental aponta que no estado de Goiás situa-se no bioma Cerrado, em uma posição central com relação ao território nacional, no denominado Planalto Central Brasileiro, onde predomina um relevo constituído de superfícies aplainadas, situadas em altitudes que oscilam entre 400 e 1.000 metros. (PNUMA,2002)

2.5 Dados hidroenergéticos

Os principais dados hidroenergéticos disponíveis da Fazenda Mineração Bom Jesus foram fornecidos pela empresa dona do terreno, em uma medição realizada por terceiros, as vazões espontâneas medidas para as captações Fontes Gênesis 1 e 2, permitem o fluxo de $152,27 \text{ m}^3/\text{h}$ ou $3654,48 \text{ m}^3/\text{dia}$. Este fluxo conjugado representa 27,90% da vazão total, então a vazão total mínima das captações existentes será aproximadamente $1091,54 \text{ m}^3/\text{h}$ ou $26196,98 \text{ m}^3/\text{dia}$, tendo uma vazão intermediária de (Q) de $0,3032 \text{ m}^3/\text{s}$, a vazão máxima pode chegar a $0,555 \text{ m}^3/\text{s}$.

A queda bruta (H) das fontes Gênesis 1 e 2 até o vertedouro é de 8,4 m.

2.6 Sistema de bombeamento de água

As fontes estão a uma distância de aproximadamente 804 metros da nova fábrica de água mineral, portanto a bomba terá que ser capaz de enviar água para um tanque a essa distância como pode ser visto na Figura 17 abaixo.



Figura 17. Distância entre as fontes e a futura fábrica de água . Fonte : GOOGLE MAPS (2015).

O sistema de bombeamento de água que haverá na fazenda Bom Jesus consistirá em instalar uma bomba hidráulica para o transporte de água para abastecer um tanque com 10.000 l (dez mil litros) de volume de água por dia, é possível calcular a vazão (Q_b) necessária fornecida pela bomba:

$$Q_b = \frac{10.000 L}{1 dia} * \frac{1 m^3}{1.000 l} * \frac{1 dia}{24 h} * \frac{1 h}{3600 s} \quad (1)$$

$$Q_b = 0,0001574 m^3 \cdot s^{-1} \text{ ou } 0,1574 l \cdot s^{-1}$$

A uma altura da elevação da água (H_b) de 50 m, a bomba estará a uma distância (D_b) de 804 m do tanque reservatório. Essa bomba será alimentada pelo aproveitamento da própria energia gerada pela queda d'água disponível, oriunda das fontes até a CGH.

Para melhor entendimento, abaixo na Figura 18 está esquematizado como o bombeamento da água das fontes será realizado até o tanque de destino, na nova fábrica de água mineral.

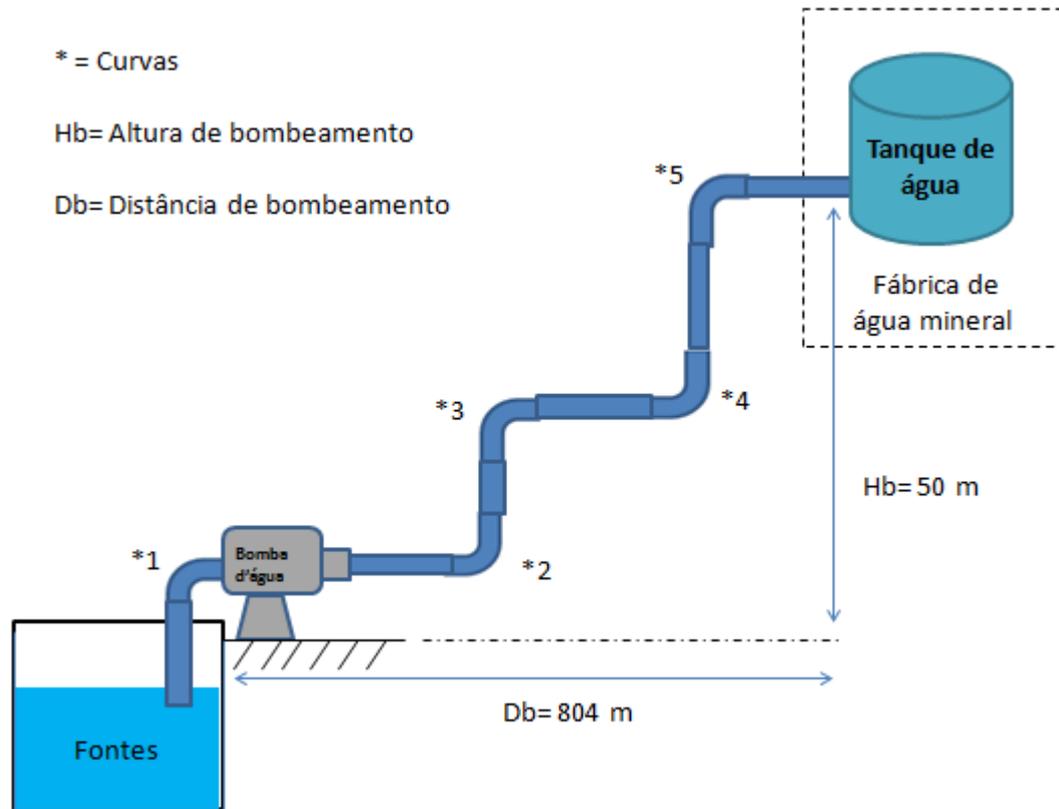


Figura 18. Sistema simplificado do bombeamento de água até o tanque de destino na futura fábrica de água mineral. Fonte própria.

Um diagrama de blocos está na Figura 20, ele descreve esquematicamente as fases da proposta desse trabalho, desde a captação da água até o bombeamento para a nova fábrica.

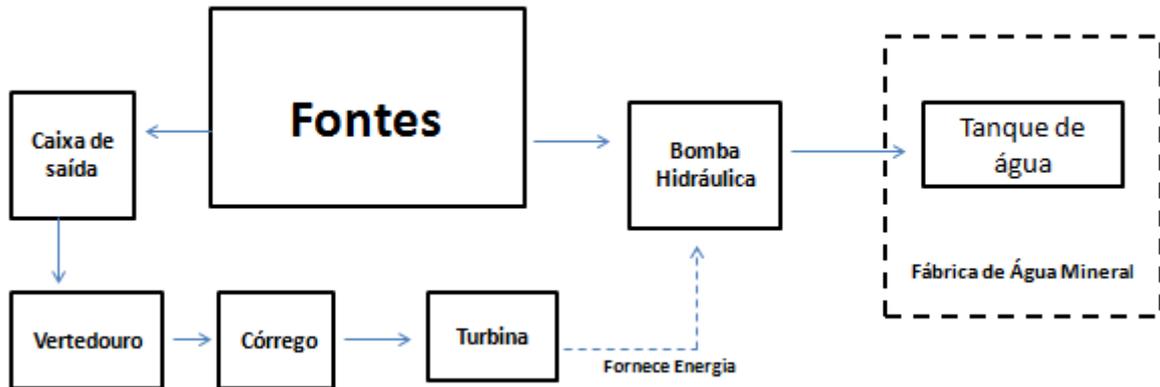


Figura 19. Diagrama de blocos do sistema de bombeamento alimentado pela CGH. Fonte própria

3. UNIDADE GERADORA

3.1 Determinação do potencial hidráulico

Para o cálculo da potência máxima em kW que a CGH a ser instalada na fazenda Mineração Bom Jesus, irá gerar com o queda de água , por meio de sua vazão (Q) disponível de $0,3032 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. A queda estimada (H) é de $8,4 \text{ m}$.

Esse potencial é determinado, segundo MACYNTARE , 1983, por meio da Equação 2

$$Ph = 9,8 \times Q \times H \quad (2)$$

Ph – Potência hidráulica [kW]

Q – Vazão [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

H – Altura da queda d'água [m]

$$Ph = 9,8 \times 0,3032 \times 8,4$$

$$Ph = 25 \text{ kW}$$

Pela equação 3, é possível calcular também o potencial (P2) em cv:

$$P2 = 13,33 \times Q \times H \quad (3)$$

$$P2 = 13,33 \times 0,3032 \times 8,4$$

$$P2 = 40 \text{ cv}$$

Na Figura 20 abaixo é possível ter uma visão geral do sistema de queda d'água existente na fazenda.

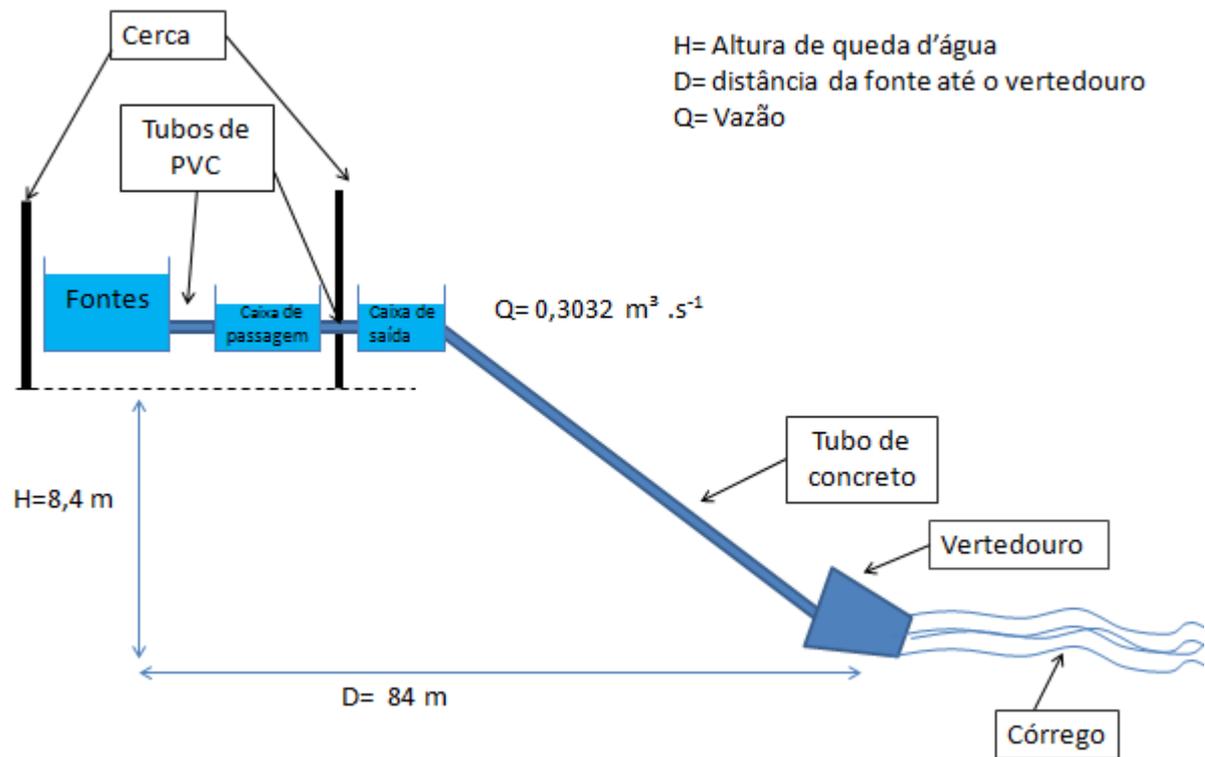


Figura 20. Visão lateral simplificada da queda d'água existente na Fazenda Bom Jesus. Fonte própria

3.2 Determinação da potência da bomba

Para o cálculo da potência da bomba em kW que a CGH a ser instalada na fazenda Mineração Bom Jesus, irá gerar ter que fornecer para o bombeamento de água, por meio da

vazão (Q_b) requerida para encher o tanque de $0,0001574 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. A queda estimada (H_b) de 50 m e a distância de bombeamento (Db) igual a 804 m. Segundo Macintyre (1985), por meio da Equação 5 pode-se calcular a potência mínima necessária para bombear a água para a fábrica.

$$P_b = \rho * Q_b * Db$$

(4)

P_b = Potência da bomba [W]

ρ = Densidade específica da água = $9806,65 \text{ [N/ m}^3\text{]}$

Q_b = Vazão [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

Db = Altura de bombeamento [m]

$$P_b = 9806,65 * 0,0001574 * 804$$

$$P_b = 1,241 \text{ kW}$$

$$P_b = 1,241 \text{ kW}$$

A potência mínima requerida pela bomba em cv pode ser calculada pela equação 5 abaixo.

$$P_{b1} = P_b * 1,35 * 10^{-3}$$

(5)

$$P_{b1} = 1,67 \text{ kW}$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo, na Figura 21, está um esquemático em diagrama de blocos de como o sistema será composto quando a central de geração hidrelétrica tiver sido colocada em funcionamento, já com o aproveitamento da energia produzida pela turbina por meio do gerador elétrico para alimentar a bomba hidráulica, dela será bombeada água para a fábrica nova.

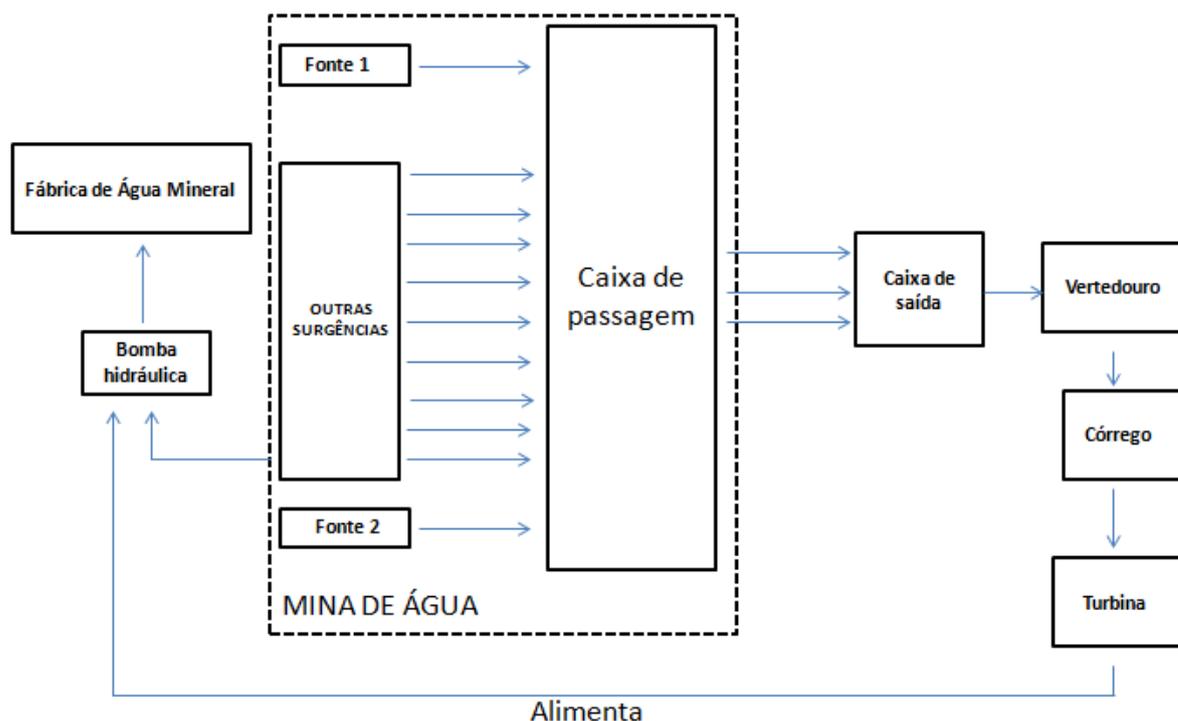


Figura 21. Diagrama de blocos com o esquemático da proposta deste trabalho. Fonte própria.

O valor calculado do potencial gerado no local de estudo foi de 25 kW, e a informação da altura de queda é de 8,4 metros, com tais dados, segundo a ELETROBRÁS, (1985) pode-se classificar a CGH como sendo do tipo micro, pois o potencial calculado apresentou valor de potencial gerado menor que 100 kW e altura de queda de projeto baixa.

A potência mínima, calculada necessária para bombear água para a fábrica é de aproximadamente 1,3 kW, dentro do valor que teremos produzido de potência.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstra que a Central de Geração Hidrelétrica gerará uma energia suficiente para alimentar a bomba que requer uma potência de apenas 1,3 kW, sendo que a potência gerada é de 25 kW, tal fato proporcionará melhorias não só de eficiência energética mas também em questões financeiras e ambientais à futura fábrica.

5.1 Atividades futuras

Para o TCC 2 serão realizadas as seguintes atividades abaixo, que poderão ser acrescentadas ou retiradas ao decorrer do andamento do trabalho.

- I. Dimensionamento da turbina e do gerador ;
- II. Escolha do tipo de bomba hidráulica ;
- III. Avaliação financeira da economia gerada pela utilização da energia fornecida pela CGH.

5.2 Cronograma

Um cronograma foi desenvolvido para dispor as tarefas que serão realizadas no decorrer da próxima etapa, o Trabalho de Conclusão de Curso 2. Tais tarefas podem ser acompanhadas na Tabela 3. No decorrer da execução do trabalho novas tarefas podem ser inseridas.

Tabela 3. Cronograma para o TCC 2. Fonte própria.

Atividades/Datas	Jul/2015	Ago/2015	Set/2015	Out/2015	nov/15
Reunião para o planejamento - TCC2					
Check list do material necessário					
Realização das práticas e análises					
Construção do trabalho escrito TCC2					
Revisão Final					
Entrega trabalho escrito TCC2					
Apresentação TCC2					

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Notícias acerca das centrais hidrelétricas 2011. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=3963&id_area=90. Acessado em 20/06/2015.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Banco de Informações de Geração 2015. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acessado em 15/06/2015.

DE MEDEIROS ALBUQUERQUE, Ralph. As pequenas centrais hidrelétricas do rio Iratim e seus impactos socioambientais.

DE SOUZA, Zulcy; SANTOS, Afonso Henriques Moreira; DA COSTA BORTONI, Edson. Centrais hidrelétricas: estudos para implantação. Eletrobrás, 1999.

ELETROBRAS. Ministério das Minas e Energia. Manual de Microcentrais Hidrelétricas. Rio de Janeiro. 1985. 354p.

ENERGÉTICA, Questão. Por uma Nova Ordem Energética Global? Potencialidades e Perspectivas da. Contexto Internacional, v. 34, n. 2, 2012.

GOIÁS, SEPLAN-GO. SEPIN/Gerência de Estatística . Disponível em : <http://www.seplan.go.gov.br>. Acesso em 20/05/2015:

INCENOR. Revestimentos Cerâmicos. Disponível em : http://www.incenor.com.br/repres.php?estado=GO&tipo_venda=2 . Acesso em : 12/04/2015.

JÚNIOR, Lindolfo Caetano Pereira; DA SILVA NICÁCIO, Patrícia Pereira. Demanda hídrica para irrigação por pivôs centrais no estado de goiás. Boletim Goiano de Geografia, v. 34, n. 3, 2014

KOLLN, Aline Diane. Impactos socioeconômicos negativos: estudo de caso da usina hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Rocha Netto-Pinhão-PR. Trabalho apresentado no curso de Pós Graduação em Planejamento Urbano e Desenvolvimento Regional. Unicentro, 2008

MACIEL, Francisco de Aragão Antunes. Uma visao descentralizada do planejamento energetico das pequenas centrais hidreletricas: a gestao municipal. 1996. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MACINTYRE, Archibald J. Máquinas motrizes hidráulicas. Guanabara Dois, 1983.

MUNDIAL, Banco. Relatório sobre o desenvolvimento mundial 2009: a geografia econômica em transformação. São Paulo: Singular, 2009.

PERIUS, Marlon Roger; CARREGARO, Juliano Bonfim. PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS COMO FORMA DE REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E CRISES ENERGÉTICAS. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, v. 16, n. 2, p. 135-150, 2012

TOLMASQUIM, Mauricio T.; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. *Novos estudos-CEBRAP*, 2007, 79: 47-69.