

P/ Arquivo

Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul
Nº: 71035449/2022
Data: 09/08/2022
Assinatura do Servidor: Isabela G. Soares Moretti
Mat. 57440023

Campo Grande/MS, 05 de agosto de 2.022.

À

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO,
PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR - SEMAGRO
IMASUL – INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DO MATO GROSSO DO SUL
GERÊNCIA DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL – GLA/EIA
A/C JOSAMAR VIEIRA DE FRANÇA e EQUIPE EIA

REF: OFÍCIO COMPLEMENTAR AO PROCESSO LP Nº 95/2021
PROCESSO Nº 71/013614/2022 (23/102173/2014) – LICENÇA PRÉVIA
REQUERENTE: CIPÓ ENERGIA LTDA (HACKER INDUSTRIAL LTDA) - CNPJ: 23.104.218/0001-91

Prezados Senhores,

O empreendedor, **CIPÓ ENERGIA LTDA**, inscrito no CNPJ nº 83.430.355/0001-48, apresenta, por meio deste, o **Relatório Comparativo entre a Cachoeira água Branca – Pedro Gomes/MS e a Cachoeira Vicenzi – Ponte Serrada/SC** com o objetivo de tomar o fator **beleza cênica** não subjetivo. Mostrando que, conforme firmados, todos os compromissos assumidos para garantir a beleza cênica do local serão executados, mantendo o véu da cachoeira ininterrupto durante a implantação e operação da CGH Cipó, respeitando sempre minimamente a vazão remanescente estipulada na Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos Nº 0004183.

Além do Relatório citado, segue também anexo a este ofício, um dispositivo *pendrive* contendo um vídeo da Cachoeira Vicenzi para melhor demonstrar o cenário cênico na data da medição da vazão verificada *in loco*.

Diante do exposto, solicitamos ao Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL) que se manifeste quanto ao Estudo Comparativo para a Preservação da Beleza Cênica, uma vez que este fator influenciará diretamente sobre a viabilidade do empreendimento, havendo a necessidade do posicionamento do Órgão Regulador para que as atividades possam seguir adiante, no formato alinhado diante do parecer que será enviado pelo IMASUL.

Colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Sem mais no momento, estimamos nossos votos de estima e apreço.

Atenciosamente,

ELI RIBEIRO DE
MORAES:5963
3492220

Assinado de forma
digital por ELI RIBEIRO
DE
MORAES:59633492220
Dados: 2022.08.09
10:29:10 -03'00'

CIPÓ ENERGIA LTDA
CNPJ: 23.104.218/0001-91

TÍTULO: ESTUDO COMPARATIVO PARA A PRESERVAÇÃO DA BELEZA CÊNICA DA CACHOEIRA ÁGUA BRANCA					
OBJETO: CGH CIPÓ - CORREGO ÁGUA BRANCA – PEDRO GOMES/MS					
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO DA REVISÃO	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
DATA: JULHO DE 2022			Folha: 01	de: 19	OBSERVAÇÕES:
RESP. TÉCNICO PELO ESTUDO: ENGª LILIANE DE CARVALHO MAILKUT				CREA Nº: PR-199028/D	
ASSINATURA: <i>Liliane de Carvalho Mailkut</i>				Nº DO DOCUMENTO 01	

1. RETROSPECTO DO EMPREENDIMENTO

No ano de 2011 surgiu um interesse por parte da Hacker Industrial Ltda (“HACKER”), inscrita no CNPJ nº 83.430.355/0001-48 em desenvolver estudos para implantação de empreendimento hidrelétrico no Córrego Água Branca, situado entre os municípios de Pedro Gomes-MS e Sonora-MS.

Com este interesse, a Hacker Industrial Ltda HACKER adquiriu a propriedade em que se situa a referida Cachoeira Água Branca, a fim de aprofundar os estudos de viabilidade e instalação do empreendimento atrelado ao citado potencial hidrelétrico, que foi intitulado de CGH Cipó (Empreendimento”).

Ao final do ano de 2014 a HACKER inicia o processo junto ao IMASUL para licenciar o Empreendimento com 3,20 MW de potência instalada.

Em dezembro de 2021 foi emitida pelo IMASUL a Licença Ambiental Prévia (“LAP”) para o Empreendimento, com 3,20 MW de potência instalada.

Por decisão do empreendedor, a potência instalada do Empreendimento de 3,20 MW será alterada para 2,00 MW, tendo em vista o monitoramento da vazão no Córrego Água Branca, que vem sendo realizado desde novembro de 2021.

A título de esclarecimento, no decorrer do ano de 2022 a titularidade do empreendimento foi alterada e transferida da HACKER para Cipó Energia Ltda., inscrita no CNPJ nº 23.104.218/0001-91, passando essa última a ser a empreendedora do Empreendimento.

1.1. Compromisso

Conforme mencionado, o presente relatório tem como principal finalidade abordar um dos compromissos assumidos pelo empreendedor durante a fase de solicitação da Licença Ambiental Prévia, sendo este, a garantia da beleza cênica da Cachoeira Água Branca a partir da implantação do Empreendimento..

Tendo como objetivo tranquilizar a população e todos os interessados quanto a vazão remanescente na cachoeira considerando a implantação do Empreendimento e visando preservar a beleza cênica da mencionada queda d'água, apresenta-se abaixo uma comparação entre a Cachoeira Água Branca localizada no município de Pedro Gomes-MS (Imagem 1) e a Cachoeira Vicenzi localizada no município de Ponte Serrada-SC (Imagem 2), onde pode-se concluir que possuem aspectos morfológicos similares conforme melhor tratado no item 2.2 deste documento.

Imagem 1. Localização Cachoeira Água Branca



Imagem 2. Localização Cachoeira Vicenzi



Para tanto, foram utilizados dois métodos de análise de vazão na determinação da vazão da Cachoeira Vicenzi:

1. Medição de vazão pelo método do flutuador;
2. Comparação com resultados de simulações CFD: estimativa de vazão

através da comparação da lâmina de água com os resultados de simulações fluidodinâmicas computacionais.

A partir da vazão da Cachoeira Vicenzi é possível fazer relação entre a beleza cênica da mesma e a beleza cênica esperada para a Cachoeira Água Branca com a **vazão remanescente** após a implantação do Empreendimento.

1.1.1. Objetivo do Relatório

Tornar o fator beleza cênica não subjetivo, mostrando como este fator seria garantido e executado pelo empreendedor na implantação e operação do empreendimento.

2. MEDIÇÃO DE VAZÃO PELO MÉTODO DO FLUTUADOR

2.1. Metodologia para a medição de vazão

O estudo foi realizado no rio Bahia localizado no município de Ponte Serrada-SC na Cachoeira Vicenzi, na data de 29 de junho de 2022.

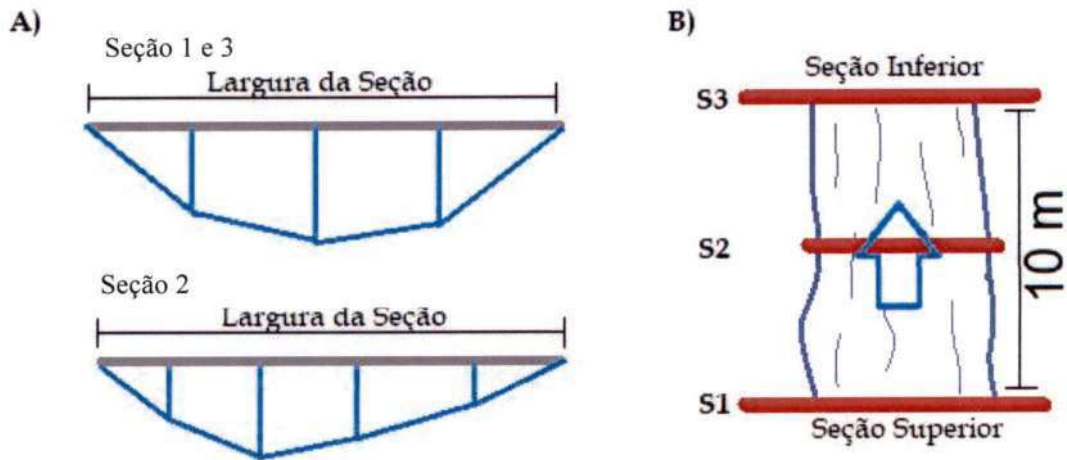
O trecho avaliado, é acompanhado por uma mata ciliar de ambos os lados. Para a realização desta medição foi necessário a escolha de um melhor ponto nos dois trechos do córrego e nesses pontos foram realizados os seguintes procedimentos: Primeiramente, a medição da largura do canal em três seções, com auxílio de uma trena. Posteriormente, essa largura foi subdividida em quatro pontos equidistantes para medição da profundidade nas seções 1 e 3, já na seção 2 a largura foi subdividida em cinco pontos para a medição de sua profundidade (Figura 1a), para isso foi utilizada uma régua de madeira de 1 metro conforme Imagem 3.

Imagem 3. Medição de profundidade



A determinação da velocidade média da água em cada trecho foi obtida pelo método do flutuador. Foram utilizados uma boia de isopor que serviu como objeto flutuante e um cronômetro para determinação do tempo em que o flutuador levava para percorrer 10m no trecho analisado. (Figura 1b). Em cada trecho, o procedimento foi repetido três vezes para melhor obtenção de resultados. Após a obtenção das variáveis, realizou-se a tabulação dos dados utilizando o software Microsoft Excel.

Figura 1: A) Medição da profundidade; B) Marcação do trecho no córrego.



A velocidade (v) foi determinada pela divisão da distância percorrida pelo flutuador e a média das repetições dos tempos entre a seção superior e inferior.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Onde:

v = velocidade média (m s^{-1})

Δs = distância entre as seções (m)

Δt = variação de tempo (s)

Para o cálculo da área utilizou-se o método de batimetria, que consiste do Software ZWCAD para o cálculo da área das seções do trecho por onde passou o flutuador, então foi realizado a média de ambas áreas da seção. A vazão total pelo método do flutuador é dada pelo do produto da velocidade média corrigida pela área de seção transversal média (BONIFÁCIO & FREIRE, 2013). Palhares *et al.* (2007) indicam coeficiente de correção entre 0,80 e 0,90 devido haver diferença na velocidade de escoamento em pontos superficiais e mais profundos de um curso d'água.

$$Q = \bar{v} * \bar{A}$$

Onde:

Q = Vazão em $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	$\bar{v}$ = Velocidade $\times 0,85$ (m s^{-1})	$\bar{A}$ = Média das duas áreas de seção (m^2)
---	--	--

2.2. Resultados e Discussões

Os resultados da caracterização morfológica (largura, profundidade e área das seções) ao longo curso d'água, são apresentados na Tabela 1. Observou-se que as seções do canal, apresentam profundidades e largura de leito semelhantes, além de possuírem seções com áreas bem próximas.

Tabela 1. Características morfológicas do canal

SEÇÃO 1	Ponto	1	2	3	4	5	6
Largura da Seção (m):	Largura (m):	0,00	0,63	1,25	1,88	2,50	
2,5	Profundidade (m)	0,00	-0,32	-0,35	-0,32	0,00	

Área da seção: 0,6188 m²

SEÇÃO 2	Ponto	1	2	3	4	5	6
Largura da Seção (m):	Largura (m):	0,00	0,52	1,04	1,56	2,08	2,60
2,6	Profundidade (m)	0,00	-0,35	-0,40	-0,29	-0,25	0,00

Área da seção: 0,6708 m²

SEÇÃO 3	Ponto	1	2	3	4	5	6
Largura da Seção (m):	Largura (m):	0,00	0,58	1,15	1,73	2,30	
2,3	Profundidade (m)	0,00	-0,34	-0,40	-0,30	0,00	

Área da seção: 0,598 m²

Conforme Braga *et al.*, (2015), com o método do flutuador, a velocidade da água é, geralmente, diferenciada de um ponto para outro dentro da seção, ademais, em uma coluna de água a velocidade da mesma pode ser diferenciada conforme a profundidade.

Na Tabela 2 é possível observar os valores finais de área média das seções, velocidade média entre a seção 1 e 3 (intervalo de 10 m) e a vazão final calculada para o rio Bahia.

Tabela 2. Valores médios referentes à área, velocidade e vazão do córrego.

Área (m ²)	Velocidade (m/s)	Vazão (m ³ /s)
0,63	0,48	0,30

No mesmo dia da medição e coleta de dados, a cachoeira foi fotografada a fim de demonstrar como ela se comportava visualmente com 0,30 m³/s de vazão, como pode ser observado abaixo na Imagem 4. Além de fotografá-la, foi realizada a medição transversal da seção em que se inicia a queda d'água na cachoeira, verificando assim uma largura de 9 metros, sendo que a mesma possui 52,08 m de altura conforme ANEXO I.

Imagem 4. Cachoeira Vicenzi - SC, 29/06/2022.



É visível na Imagem 4, que a crista da Cachoeira Vicenzi é irregular, todavia

o véu da cachoeira se mantém de forma regular até o contato com o solo.

Ressalta-se que a vazão remanescenteda CGH Cipó será maior que a vazão remanescente verificada na Cachoeira Vicenzi. Além da vazão remanescente ser superior na Cachoeira água Branca, será construído uma estrutura de regularização na crista da cachoeira conforme ANEXO II, garantido que o véu seja mantido regular em toda a crista.

A Imagem 5 abaixo se refere a Cachoeira Água Branca, a qual possui uma queda de aproximadamente 70 m e largura de 9 m no início da queda d'água da cachoeira. A vazão no trecho de vazão reduzida (TVR) do empreendimento foi estipulada no valor de 0,364 m³/s na Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos N° 0004183 emitida pelo IMASUL em 24 de setembro de 2021.

Imagem 5. Cachoeira Água Branca – MS.



3. COMPARAÇÃO COM RESULTADOS DE SIMULAÇÕES CFD

A montante da Cachoeira Vicenzi existe um vertedouro, onde toda a água que passa pelo vertedouro escoar para a cachoeira. Adicionalmente ao método de medição de vazão por flutuador foram realizadas medições da lâmina de água neste vertedouro para posterior comparação com o resultado de simulações CFD. A utilização deste segundo método de medição de vazão pode ser considerada como respaldo às medições realizadas pelo método do flutuador.

O vertedouro da Cachoeira Vicenzi possui 2,7 m de largura, 0,075 m de espessura e 0,8 m de altura.

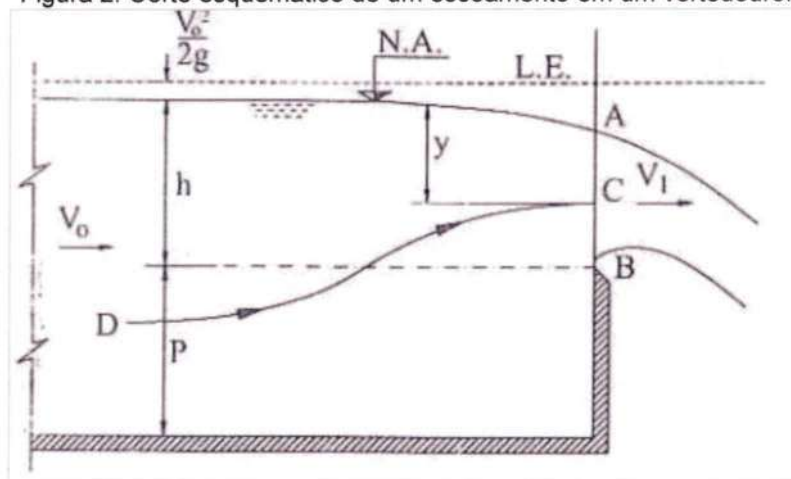
3.1. Metodologia

Conforme Porto (2006) a vazão em um vertedor retangular de parede fina pode ser determinada pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} L h^{\frac{3}{2}}$$

Onde Q é a vazão, em m^3/s , C_d é o coeficiente de vazão, g é a gravidade, L é a largura do vertedouro e h é a altura da lâmina de água acima da crista do vertedouro. Um desenho esquemático de um vertedouro em corte pode ser observado na figura abaixo.

Figura 2. Corte esquemático de um escoamento em um vertedouro.



Para o vertedouro ser considerado de parede de parede fina a espessura do mesmo deve ser menor que $2/3$ da altura da lâmina, h . Como a espessura do vertedouro da Cachoeira Vicenzi possui 0,075 m de espessura, o cálculo analítico só é aplicável para $h > 0,1125$ m.

O coeficiente de vazão, C_d , é objeto de estudo analítico e levantamentos

experimentais na área acadêmica, e diferentes estudiosos determinaram ao longo dos anos expressões de C_d que são utilizadas dependendo de h , de L e da altura do vertedouro, P . O coeficiente de Rehbock (1929) pode ser aplicado para $0,03 < h < 0,75$ m, $L > 0,30$ m, $P > 0,30$ m e $h < P$. Sendo assim, este coeficiente é aplicável para o vertedouro da Cachoeira Vicenzi. O coeficiente C_d (Rehbock 1929) é dado por:

$$C_d = \left[0,6035 + 0,0813 \left(\frac{h + 0,001}{P} \right) \right] \left[1 + \frac{0,0011}{h} \right]^{3/2}$$

Devido à dificuldade da medição de h a uma distância suficientemente a montante do vertedouro, foi optado por medir a altura da lâmina na região C da figura acima e, através da comparação com resultados de simulação CFD, encontrar a vazão em função da altura da lâmina em C, que será denominada h_c .

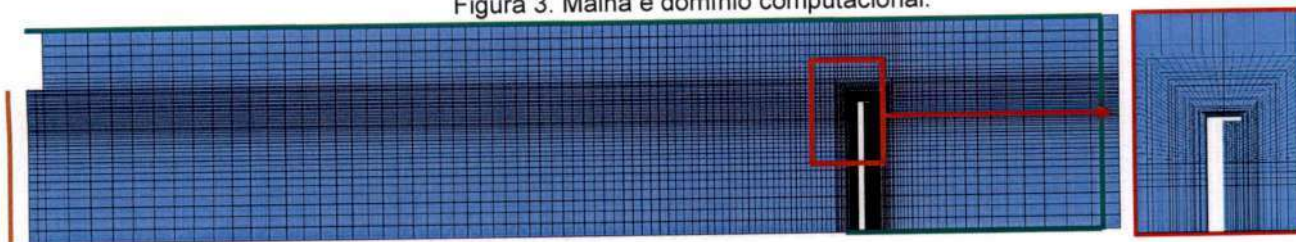
A validação das simulações CFD foi feita através da comparação do cálculo analítico da vazão utilizando as alturas, H , encontradas nas simulações em comparação com as vazões obtidas pelas simulações.

3.2. Simulações CFD

Na figura abaixo está apresentada a malha computacional utilizada nas simulações CFD, com o detalhe da região do vertedouro. O domínio computacional consiste em uma representação bidimensional de um corte em um vertedouro, com 5 m de domínio a montante da barragem e uma barragem de altura $P = 0,8$ m. A espessura superior da barragem, e , foi desenhada com 0,075 m, sendo esta a mesma espessura da barragem a jusante da Cachoeira Vicenzi. O formato da barragem não foi representado por um retângulo para possibilitar a inserção de uma região de "opening" logo abaixo da lâmina vertente (detalhe em verde), garantido, assim, a presença de pressão atmosférica abaixo da lâmina.

Em alaranjado está representada a região de entrada do domínio, e em verde, as regiões de saída (opening), onde possibilitou-se o retorno (backflow) apenas de ar. Nas demais fronteiras do domínio foi utilizada uma condição de parede.

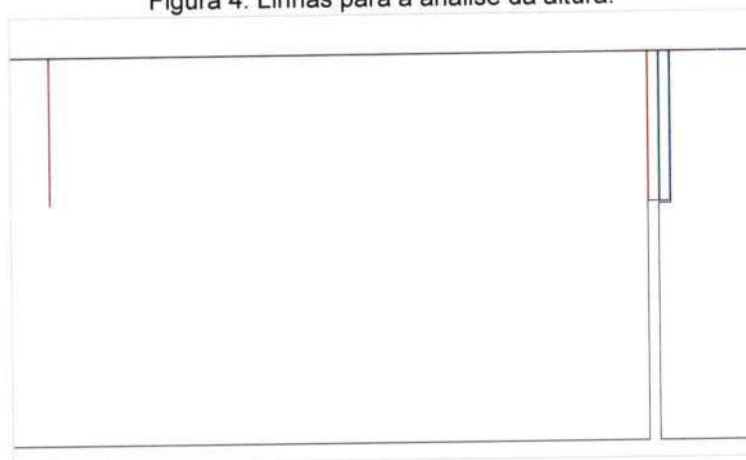
Figura 3. Malha e domínio computacional.



As simulações foram feitas em regime transiente e multifásico, utilizando ar e água. Utilizou-se uma vazão inicial de água na entrada e a cada 20 s a vazão foi aumentada. Este procedimento foi repetido 5 vezes. Na condição de saída foi utilizada pressão atmosférica.

Foram criadas 4 linhas acima do topo do vertedouro e ao final de cada 20 s a altura da água em cada uma das linhas foi analisada e comparada com a vazão da simulação. Na linha rosa, 2 m a jusante do vertedouro, a altura da lâmina de água, H , foi analisada. Nas linhas em vermelho, verde e azul as alturas da lâmina de água na região C, H_{c1} , H_{c2} e H_{c3} foram analisadas.

Figura 4. Linhas para a análise da altura.



Nas figuras abaixo os resultados das simulações estão apresentados no final de cada período de tempo simulado. Em cada uma das imagens é possível observar os contornos de fração volumétrica de água, o tempo de simulação, a aplicabilidade do método analítico (dependendo da espessura da lâmina de água), a vazão calculada analiticamente, a altura H , a vazão média no vertedouro, o erro do cálculo analítico com relação à vazão simulada, as alturas, velocidades e vazões em cada uma das linhas na região C. As vazões apresentadas consideram uma largura de vertedouro de 2,7 m.

Pode ser observado que a partir do momento em que o cálculo analítico

pode ser aplicado (resultados para tempos $> 59,952$ s) os erros entre o cálculo analítico e as vazões da simulação ficam menores que 5%. Sendo assim, validam-se as simulações através da aplicação do método analítico.

Figura 5. Simulação para $t = 19,952$ s.



Figura 6. Simulação para $t = 39,952$ s.



Figura 7. Simulação para $t = 59,952$ s.

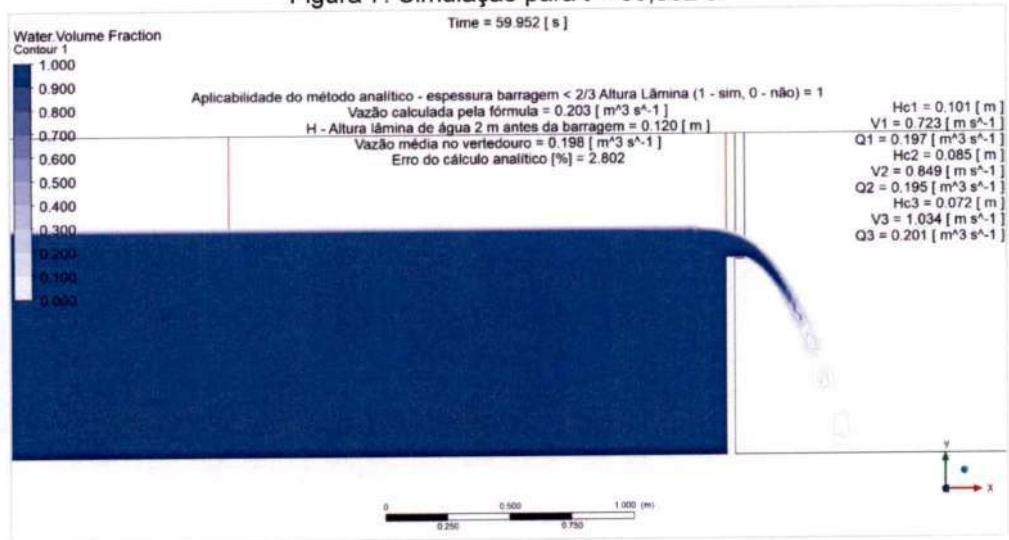


Figura 8. Simulação para $t = 79,952$ s.

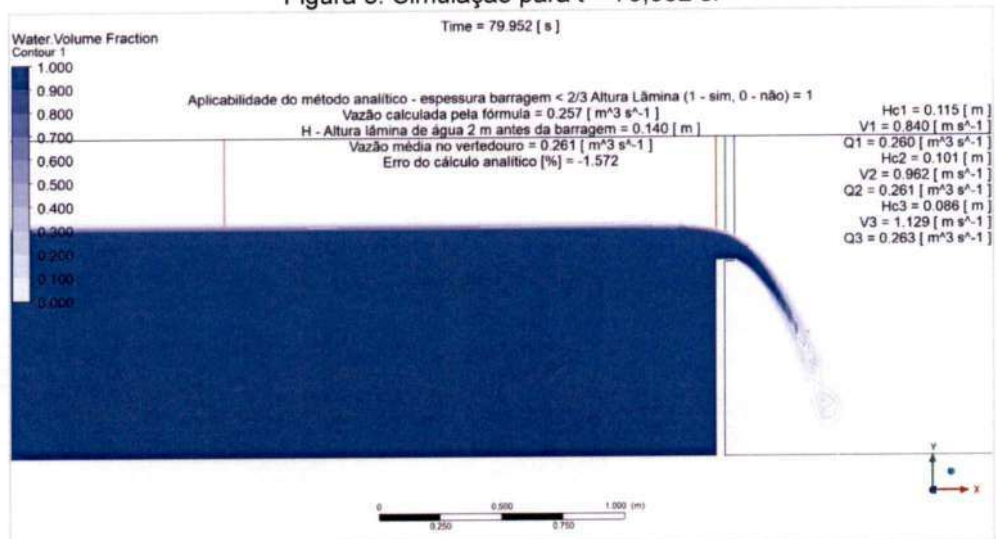
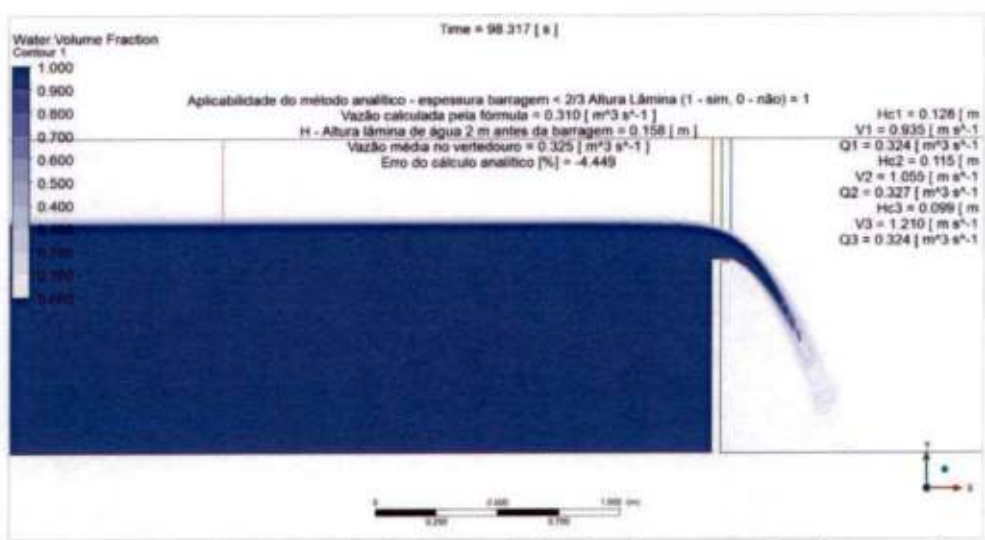
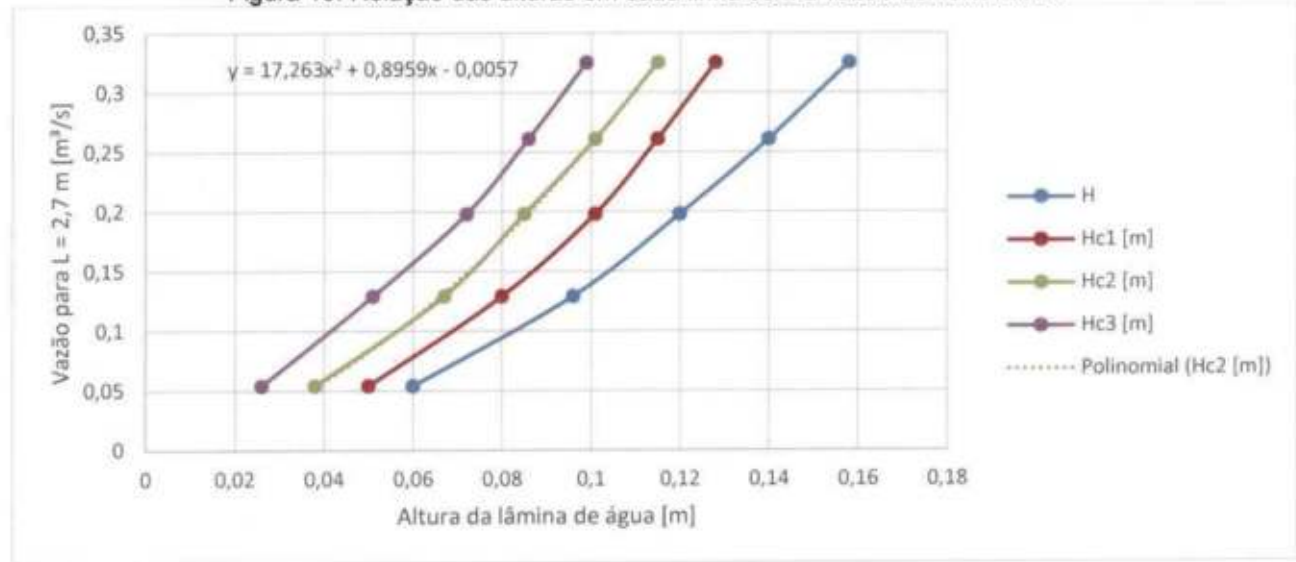


Figura 9. Simulação para $t = 98,319$ s.



Através das alturas da superfície da água em cada uma das linhas acima mencionadas, foi criado o gráfico da imagem abaixo com a vazão em função de cada uma das alturas. Com este gráfico é possível estimar a vazão medida no vertedouro da Cachoeira Vicenzi com a altura medida diretamente acima da superfície do vertedouro. Na figura está apresentada uma equação de interpolação para a vazão em função da altura Hc2, medida no centro da espessura do vertedouro.

Figura 10. Relação das alturas em cada linha com a vazão do vertedouro.



3.3. Medições da altura da lâmina de água

Na figura abaixo o vertedouro da Cachoeira Vicenzi pode ser observado. A

medição da altura foi realizada no centro do vertedouro, onde se obteve uma altura de $H_{c2} = 0,105$ m. Aplicando esta altura na equação de interpolação obtida na figura anterior, encontra-se uma vazão de $0,279 \text{ m}^3/\text{s}$.

Imagem 6. Vazão no vertedouro da Cachoeira Vicenzi



4. CONCLUSÕES

Por meio deste estudo objetivou-se fazer uma análise relacionando as duas cachoeiras neles citadas, visto que elas possuem características físicas semelhantes. A Cachoeira Vicenzi foi escolhida para a realização deste estudo por possuir queda e vazão próximas ao esperado na Cachoeira Água Branca quando o empreendimento CGH Cipó for implantado e estiver operando.

A medição de vazão pelo método do flutuador apresentou uma vazão de $0,30 \text{ m}^3/\text{s}$ na Cachoeira Vicenzi, enquanto que a medição de vazão pela comparação de alturas com os resultados de simulações apresentou um valor de $0,279 \text{ m}^3/\text{s}$ (7% menor), também na Cachoeira Vicenzi. Entende-se que os resultados das medições por tais métodos são próximos, respaldando a validade desses, e corroboram para a afirmação de que a Cachoeira Vicenzi, na data das medições, possuía uma vazão menor que a vazão remanescente da CGH Cipó ($0,364 \text{ m}^3/\text{s}$, conforme destacado no item 2.2 deste documento). Sendo assim, pode-se afirmar com segurança que uma beleza cênica próxima à da Cachoeira Vicenzi será mantida na Cachoeira Água Branca após a implantação do empreendimento.

O empreendedor está comprometido a assegurar que o véu da Cachoeira Água Branca seja mantido a fim de preservar a beleza cênica do local. Para isso, será projetado e executado no início da queda d'água da cachoeira uma estrutura com o objetivo de manter seu véu uniforme, fazendo com que a água caia de forma contínua, mas, com altura de lâmina d'água reduzida, já que parte da água será destinada a geração de energia e posteriormente devolvida ao Córrego Água Branca a jusante da cachoeira e casa de força do empreendimento.

Deve ser levado também em consideração que após a implantação do empreendimento, a vazão no trecho de vazão reduzida da Cachoeira Água Branca será maior que a vazão verificada na Cachoeira Vicenzi, portanto, o aspecto cênico será mantido com a vazão sanitária estipulada pelo IMASUL e com a regularização do leito natural do rio na queda d'água.

É de grande relevância ressaltar que este empreendimento trará consigo contribuições ambientais e sociais, como a criação de uma RPPN e o desenvolvimento turístico na região tornando o acesso a Cachoeira Água Branca seguro e viável.

5. REFERÊNCIAS

BONIFÁCIO, C. M.; FREIRE, R. Comparação de três métodos para a medição da vazão e velocidade aplicados em dois cursos d'água da bacia do Ribeirão Maringá. **Periódico Eletrônico Fórum ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 2, p. 406-415, 2013.

BRAGA, C. C.; CABRAL, J. B. P.; GENTIL, W. B.; OLIVEIRA, S. F.; BATISTA, D. F.; ROCHA, I. S.; BARCELOS, A. A. Avaliação de determinações de vazão com o método do flutuador e com ACDP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21. **Anais...**, 2015, Brasília: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2015. p. 01-06.

PALHARES, J. C. P. *et al.* Medição da Vazão em Rios pelo Método do Flutuador. **Comunicadotécnico**. Concórdia: Embrapa, 7 p. 2007.

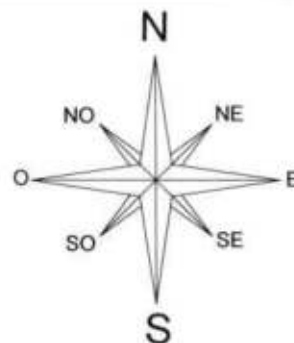
PORTO, R. M.; Hidráulica Básica. 2. Ed. São Carlos: EESC-USP, 2006.

ANEXO I

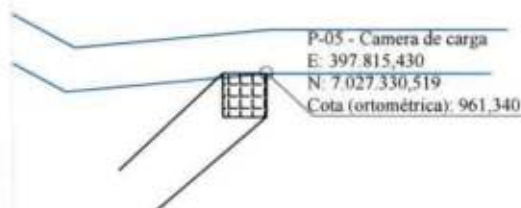
519

Tamanho da Folha A3

CROQUI



po da Cachoeira
37,185
357,746
ométrica: 958,083



P-05 - Camera de carga
E: 397.815,430
N: 7.027.330,519
Cota (ortométrica): 961,340



Rua Fidelcino Carlos de Mello, 910, Centro
Fones: (49) 3445 5409 – Cel (49) 99946186/ 99711816
topsultopografia@hotmail.com
Abelardo Luz/SC

PLANTA DE IMÓVEL GEORREFERENCIADO

FOLHA Nº
ÚNICA

P-01
E: 397.815,430
N: 7.027.330,519
Cota (ortométrica): 961,340

PROJETO:	Estudo de Cotas	
SOLICITANTE:	Hacker Industrial Ltda	
LOCAL:	Cachoeira Vicensi	
MUNICIPIO:	Ponte Serrada/SC	ESTADO (UF): SC
		ESCALA: 1/1.500
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA:	SIRGAS2000	DATA: Agosto de 2.022
PROJEÇÃO:	UTM	MERIDIANO CENTRAL: 51
ALTITUDES:	ORTOMÉTRICAS	



Responsável Técnico:

Andrio de Freitas
Engenheiro Agrônomo - CREA/SC - 109.052-0
Código de Credenciamento: GZF