



Instituto Mineiro de Gestão das Águas

PARECER TÉCNICO

ÁGUA SUPERFICIAL

Processo: 5467/2009			Protocolo: 659601/2009		
Dados do Requerente/ Empreendedor					
Nome: ARCADIS LOGOS ENERGIA AS/PCE PROJETOS E			CPF/CNPJ: 03843830000179		
Endereço: AV. CONTORNO, 3257					
Bairro: SANTA EFIGENIA			Município: BELO HORIZONTE		
Dados do Empreendimento					
Nome/ Razão Social: CONSORCIO GRAO MOGOL-ARCADIS			CPF/CNPJ: 03843830000179		
Endereço: RIO ITACAMBIRUÇU, 0					
Distrito:			Municípios: Grão Mogol e Cristália		
Responsável Técnico pelo Processo de Outorga					
Nome do Técnico: Celso Bandeira de Melo Ribeiro			CREA: 65010/D		
Dados do uso do recurso hídrico					
UPGRH: JQ1: Nascentes até montante da confluência com o rio Salinas, excluindo-o			Curso D`água: Rio Itacambiruçu		
Bacia Estadual: Rio Itacambiruçu			Bacia Federal: RIO JEQUITINHONHA		
Latitude: 16°35`44,1"			Longitude: 42°51`10,6"		
Dados enviados					
Área drenagem (km²): 4201,8		Q_{7,10} (m³/s): 0,930		Q solicitada (m³/s): 0,0	
Cálculo IGAM					
Área drenagem (km²): 4180,9			Rendimento específico (L/s.km²): 0,06		
Q_{7,10} (m³/s): 0,2254		30%Q_{7,10} (m³/s): 0,067		Qdh (m³/s): 0,0	
Porte conforme DN CERH nº 07/02 P[] M[] G[X]					
Finalidades					
<p>Geração de energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pontência Instalada (MW): 27,0 • Queda Bruta (m): 94,8 • Queda líquida (m): 90,0 • Vazão nominal (m³/s): 35,0 					
Modo de Uso do Recurso Hídrico					
20 - APROVEITAMENTO DE POTENCIAL HIDRELÉTRICO					
Uso do Recurso hídrico implantado Sim[] Não[X]					

Geração média mensal esperada (MW/méd)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	dez
24,4	21,1	20,8	16,6	10,7	8,0	6,3	4,9	4,5	9,2	20,3	24,3

Responsáveis Técnico SISEMA Wyllian Giovanni de Moura Melo Hélio de Morais Filho		_____ Rubrica _____ Rubrica	MASP 1147982-1 1137778-5	____/____/____ Data ____/____/____ Data
Gerente GEARA		Diretora DMFA		Delegação conforme Portaria IGAM N° 14, de 20 de junho de 2007, publicada no Diário Oficial de Minas Gerais em 21 de junho de 2007.
Data: / /		Data: / /		Data: / /

Observações: DE ACORDO O ART. 2º, INCISO VII, ALÍNEA "B" DA DELIBERAÇÃO NORMATIVA CERH - MG Nº 07, DE 4 NOVEMBRO DE 2002 O EMPREENDIMENTO É DE GRANDE PORTE E POTENCIAL POLUIDOR E SERÁ LEVADO À APRECIÇÃO DA CÂMERA DE RECURSOS HÍDRICOS DO COPAM OU DO COMITÊ DE BACIA CORRESPONDENTE.

Condicionantes: Ver parecer.

Análise Técnica

1. Características do Empreendimento

A ARCADE LOGOS ENERGIA S.A. pleiteia outorga para Aproveitamento de Potencial Hidrelétrico da barragem denominada PCH Grão Mogol que será construída de enrocamento na divisa dos municípios de Grão Mogol e Cristália no rio Itacambiruçu. A bacia de contribuição em questão possui declividade de 4,0m/km, área de drenagem igual a 4201,8Km², densidade de drenagem (L/A) igual a 0,16km/km² e coeficiente de compacidade ($k_c = 0,28.P.A^{0,5}$) igual a 2,05.

O eixo do barramento será construído no ponto de coordenadas geográficas 16°35'44,1"S e 42°51'10,6"W'. A área inundada para o NA máximo normal (cota 625,0m) será de 0,27Km² e 0,39Km² para o NA máximo maximorum (629,8m).

A casa de força da PCH Grão Mogol estará localizada aproximadamente a 3,3km a jusante da barragem, no município de cristália, à margem direita do rio Itacambiruçu.

A vazão máxima turbinada será de 8,75 m³/s em cada uma das quatro turbinas tipo Francis Horizontal, que gerarão em conjunto uma potência máxima de 27,0MW.

1.1 Principais características do empreendimento:

NA's DE MONTANTE N.A. mínimo normal (m): 625,0 N.A. máximo normal (m): 625,0 N.A. max. maximorum (m): 629,8	ÁREAS INUNDADAS No N.A. mínimo normal (km ²): 0,27 No N.A. máximo Normal (km ²): 0,27 No N.A. max. maximorum (km ²): 0,39 ÁREAS INUNDADAS POR MUNICÍPIO Grão Mogol: 0,10km ² Cristália: 0,13km ²
NA's DE JUSANTE NA Máximo Normal (m): 530,25	VOLUMES DO RESERVATÓRIO No NA Normal (hm ³): 1,04 Volume morto (hm ³): 1,04

Segundo o responsável técnico do processo de outorga a PCH Grão Mogol não operará no regime de ponta e fora de ponta tratando-se de um aproveitamento a fio d'água. Isso significa que a vazão defluente em qualquer instante é igual a vazão afluenta.

Responsáveis Técnico SISEMA Wyllian Giovanni de Moura Melo Hélio de Moraes Filho	_____ Rubrica _____ Rubrica	MASP 1147982-1 1137778-5	____/____/____ Data ____/____/____ Data
Gerente GEARA	Diretora DMFA	Delegação conforme Portaria IGAM Nº 14, de 20 de junho de 2007, publicada no Diário Oficial de Minas Gerais em 21 de junho de 2007.	
Data: ____/____/____	Data: ____/____/____	Data: ____/____/____	

2. Disponibilidade Hídrica

Para o cálculo da $Q_{7,10}$, os estudos contidos no Relatório Técnico consideram três metodologias, sendo que a média dos resultados foi considerada como a $Q_{7,10}$ local.

1ª – Cálculo da $Q_{7,10}$ utilizando a distribuição de Weibull:

Foi utilizada a estação fluviométrica Grão Mogol – Fazenda Jambreiro (código 54110002) que se localiza no próprio rio Itacambiruçu, a aproximadamente a 9,3km a montante da futura barragem, onde é disponibilizada pela Agência Nacional de Águas uma série de vazões diárias de 1973 até 2007. Foi calculada inicialmente a $Q_{7,10}$ considerando a área de drenagem da estação (4100km²) e em seguida majorada para a área de drenagem da intervenção (4201,8km³).

$$Q_{7,10} = 0,24\text{m}^3/\text{s}$$

2ª – Utilizando o estudo desenvolvido pela Hidrossistemas:

Na metodologia proposta pelo Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais (Souza, 1993) o rendimento específico, considerando toda a área de drenagem, foi de 0,5 l/s*km². O fator de interferência para rendimentos mínimos nessa região é de 0,92.

Então a $Q_{7,10}$ calculada foi de:

$$Q_{7,10} = 4201,8 \times 0,92 \times 0,5 = 1,93\text{m}^3/\text{s}$$

3ª – Utilizando o estudo desenvolvido pela ELETROBRÁS:

Nesta metodologia foram utilizados os dados de vazões diárias da mesma estação fluviométrica Grão Mogol – Fazenda Jambreiro e a partir deles seguiu-se a metodologia descrita por Tucci et al (1993), ajustando-se a esses valores uma distribuição tipo Gumbel.

Por esse ajuste, o valor da $Q_{7,10}$ estimado para a estação é de 0,746m³/s e corresponde a **0,755m³/s** no local da barragem.

Cálculo da $Q_{7,10}$ realizado pela equipe técnica do IGAM:

Para o cálculo de $Q_{7,10}$ envolvendo grandes áreas de drenagem, como a de questão, o IGAM procura trabalhar com dados reais de vazões registrados em estações fluviométricas. Como a estação Grão Mogol – Fazenda Jambreiro (código 54110002) representa muito bem a bacia de contribuição desta intervenção, foi realizada o cálculo utilizando a distribuição de Weibull, para uma melhor averiguação dos valores expressos no Relatório Técnico.

Considerando o mesmo período (1973 a 2007), porém, excluindo os anos de 1982, 1989 e 1990, que apresentam algumas falhas, a $Q_{7,10}$ calculada foi de **0,2254m³/s**.

Responsáveis Técnico SISEMA Wyllian Giovanni de Moura Melo Hélio de Morais Filho	_____ Rubrica _____ Rubrica	MASP 1147982-1 1137778-5	_____/_____/_____ Data _____/_____/_____ Data
Gerente GEARA	Diretora DMFA	Delegação conforme Portaria IGAM N° 14, de 20 de junho de 2007, publicada no Diário Oficial de Minas Gerais em 21 de junho de 2007.	
Data: / /	Data: / /	Data: / /	

Valor adotado para a vazão de referência ($Q_{7,10}$):

Considerando que teoricamente quanto maior a $Q_{7,10}$ adotada, maior será a vazão mantida no trecho de vazão reduzido, o IGAM optou por adotar a vazão de referência local apresentada pelo empreendedor.

O valor da vazão adotada é a média aritmética dos valores das três metodologias:

$$Q_{7,10} = 0,97\text{m}^3/\text{s}$$

a. Análise a Montante

$$Q_{7,10} = 0,970\text{m}^3/\text{s}$$

$$30\%Q_{7,10} = 291,0 \text{ L/s}$$

$$70\%Q_{7,10} = 679,0 \text{ L/s}$$

Quadro 01 – Usuários de águas superficiais outorgados a montante, segundo SIAM:

Modo de Uso	Vazão	Numero de Processos
Portarias Concedidas águas superficiais (m ³ /s)	0.0163	8
Processos deferidos - aguardando publicação	0	0
Certidão Uso Insignificante - Superficiais	0.0001	1
Processos Indeferidos	0.0374	13
Processo em tramitação/novo	0	10

Segundo o SIAM a vazão outorgada em águas superficiais a montante do processo 5467/2009 é de apenas 16,3 L/s. Verifica-se que tais usuários não inviabilizam a implantação do empreendimento.

Na área de abrangência do reservatório não há usuários outorgados, bem como no trecho de vazão reduzida.

b. Análise a Jusante

Não há usuário de água superficial imediatamente a jusante do presente processo.

c. Disponibilidade Hídrica

O empreendimento de que trata este processo não faz uso consuntivo de água. A outorga se refere somente a vazão mínima que deverá ser mantida a jusante do barramento, garantindo uma vazão mínima de 70% da $Q_{7,10}$.

3. Vazões de Cheia

Para o local da PCH Grão Mogol, a série de vazões foi estimada a partir do posto fluviométrico de Grão Mogol – Fazenda Jambreiro, sendo consideradas a diferença das áreas de drenagem entre si.

Responsáveis Técnico SISEMA Wyllian Giovanni de Moura Melo Hélio de Morais Filho	_____ Rubrica	MASP 1147982-1 1137778-5	____/____/____ Data
	_____ Rubrica		____/____/____ Data
Gerente GEARA	Diretora DMFA		Delegação conforme Portaria IGAM N° 14, de 20 de junho de 2007, publicada no Diário Oficial de Minas Gerais em 21 de junho de 2007.
Data: ____/____/____	Data: ____/____/____		

Após seleção dos valores máximos em cada ano do período disponível, foi realizada a avaliação das descargas máximas, de acordo com o tempo de recorrência, aplicando-se a distribuição tipo Gumbel.

Foi utilizada a equação de Füller ($Q_p = Q_{m\acute{a}x} (1 + (2,66 / AD^{0,3}))$) para transformar a cheia média máxima diária para picos instantâneos de vazão.

As cheias de projeto obtidas de acordo com o tempo de recorrência estão relacionadas na tabela abaixo:

TR (anos)	Vazão de Projeto: Q (m³/s)
10	708
50	1327
100	1498
500	1894
1000	2060
10000	2629

4. Estruturas Extravazoras

4.1. Vertedouro de Emergência

O vertedouro foi concebido com controle de comporta, sendo três comportas de 7,5m de largura e 9,5m de altura posicionadas na ombreira esquerda do barramento. A vazão máxima de projeto para o dimensionamento do vertedouro é a vazão com pico da cheia com período de retorno de mil anos, ou seja, **2060m³/s**. Houve o cuidado de considerar ainda uma borda livre de 1,0m para evitar o galgamento por ondas.

Para diminuir a energia cinética da água vertida por essas comportas, haverá um dissipador parcial de energia no canal de restituição de jusante, face às características geológico-geotécnicas. Haverá posteriormente, no leito do rio, uma bacia de dissipação, de 20m de extensão, com fundo plano revestida em concreto.

4.2. Descarga de Fundo

Para a descarga de fundo, responsável por manter a vazão residual de 1,0m³/s, uma tubulação com diâmetro de 400mm, sendo sua cota de saída na elevação 612,0m.

A vazão proposta para a vazão residual corresponde a 103% da $Q_{7,10}$ que é superior à exigida, pela DN 10/1998, em casos de barramento em curso de água. Assim para reduzir o

Responsáveis Técnico SISEMA Wyllian Giovanni de Moura Melo Hélio de Morais Filho	_____ Rubrica	MASP 1147982-1 1137778-5	____/____/____ Data
	_____ Rubrica		____/____/____ Data
Gerente GEARA	Diretora DMFA		Delegação conforme Portaria IGAM N° 14, de 20 de junho de 2007, publicada no Diário Oficial de Minas Gerais em 21 de junho de 2007.
Data: / /	Data: / /	Data: / /	



impacto no trecho de vazão reduzida o IGAM considera satisfatoriamente esta vazão que é aplicada à condicionante nº 01.

5. Descrição sucinta das estruturas da PCH Grão Mogol

O sistema de desvio será realizado pela margem direita constando de um Canal de Desvio a montante, um túnel e um Canal de Desvio a jusante. Durante a operação da usina, o Canal de jusante funcionará como tanque de captação de peixes.

A Tomada d'Água do Túnel de Adução é uma estrutura de gravidade, em torre, com soleira na El. 616,20 m. As seções de escoamento variam, de montante para jusante, transitando de uma seção retangular com 6,00 m de base por 6,00 m de altura na entrada da Tomada d'Água, onde estará munida de grades, para uma seção de 4,00 m por 5,50 m, onde poderá ser operada uma comporta vagão de mesmas dimensões. A partir deste ponto, a transição se dá para a seção arco-retangular do túnel, que possui altura e largura iguais a 5,50 m.

A adução de água será realizada pelo Túnel de Adução escavado em rocha (até chegar à chaminé de equilíbrio) e Tubulação de Alta Pressão (conduto forçado após a chaminé de equilíbrio). Localizado a partir margem direita da barragem, seguindo a tomada d'água, o Túnel de Adução, com comprimento total de 2270,95m, apresentará seção arco-retangular de altura e largura iguais a 5,5 m, não revestida, com inclinação para jusante de 3,1%.

Com o objetivo de minimizar a sobre-pressão em caso de parada súbita das unidades, foi necessário projetar a Chaminé de Equilíbrio, que auxiliará também a dinâmica do circuito adutor. A chaminé com diâmetro interno de 5,7m terá uma altura total de 37,2m, sendo também escavada em rocha.

A adução pela Tubulação de Alta Pressão ou Conduto Forçado, com 3,2m de diâmetro interno, que será construído em aço numa extensão de 37,55 m de extensão, o ramal principal possui bifurcação com ramais de 2,20 m de diâmetro interno, que são novamente bifurcados para obter-se a entrada de cada turbina com diâmetro interno de 1,50 m.

A Casa de Força da PCH Grão Mogol terá o piso localizado na cota 529,22m, que abrigará Quatro turbinas tipo Francis Horizontal. Após a água passarem pelas turbinas sairá pelo canal de fuga, retornado em seguida para o Rio Itacambiruçu.

6. Vistoria

Foi realizada vistoria no dia 24/09/2009 pelos técnicos da SUPRAM LM Eduardo Wagner Silva Pena e Antônio Carlos Coelho acompanhados por um representantes do empreendedor no local de implantação da barragem e da casa de força.

Responsáveis Técnico SISEMA Wyllian Giovanni de Moura Melo Hélio de Moraes Filho	<hr/> Rubrica <hr/> Rubrica	MASP 1147982-1 1137778-5	<hr/> / / Data <hr/> / / Data
Gerente GEARA	Diretora DMFA	Delegação conforme Portaria IGAM N° 14, de 20 de junho de 2007, publicada no Diário Oficial de Minas Gerais em 21 de junho de 2007.	
Data: / /	Data: / /	Data: / /	

De acordo com o observado e as coordenadas geográficas obtidas pode-se constatar que:

O trecho de vazão reduzida é de aproximadamente de 3 Km;

Não foi possível percorrer o trecho de vazão reduzida, pois, ainda não há acessos;

No trecho de vazão reduzida existe uma corredeira denominada “Corredeira Maria das Neves”, que será afetada, tendo em vista a redução da vazão;

Não há indícios de qualquer construção civil, benfeitorias ou mesmo outros usos de recursos hídricos que possam ser atingidos pelo empreendimento, incluindo a área a ser alagada observada pelos técnicos na vistoria;

O empreendimento está situado na zona de amortecimento do Parque Estadual de Grão Mogol;

As informações do relatório técnico condizem com as informações verificadas em campo;

Fotos:



Foto 01 – Local próximo ao eixo de barramento e área parcial que será inundada.

<p>Responsáveis Técnico SISEMA Wyllian Giovanni de Moura Melo Hélio de Morais Filho</p>	<p>_____ Rubrica _____ Rubrica</p>	<p>MASP 1147982-1 1137778-5</p>	<p>____/____/____ Data ____/____/____ Data</p>
<p>Gerente GEARA</p>	<p>Diretora DMFA</p>		<p>Delegação conforme Portaria IGAM N° 14, de 20 de junho de 2007, publicada no Diário Oficial de Minas Gerais em 21 de junho de 2007.</p>
<p>Data: / /</p>	<p>Data: / /</p>	<p>Data: / /</p>	



Foto 02 – Local de implantação da barragem.



Foto 03 – Local da casa de força e final do trecho de vazão reduzida.

<p>Responsáveis Técnico SISEMA Wyllian Giovanni de Moura Melo Hélio de Morais Filho</p>	<p>_____ Rubrica _____ Rubrica</p>	<p>MASP 1147982-1 1137778-5</p>	<p>____ / ____ / ____ Data ____ / ____ / ____ Data</p>
<p>Gerente GEARA</p>	<p>Diretora DMFA</p>		<p>Delegação conforme Portaria IGAM N° 14, de 20 de junho de 2007, publicada no Diário Oficial de Minas Gerais em 21 de junho de 2007.</p>
<p>Data: / /</p>	<p>Data: / /</p>	<p>Data: / /</p>	



Foto 04 – Vista do local do canal de fuga.

7. Considerações finais

O empreendimento não prejudica nenhum outro usuário de água cadastrado no SIAM.

As informações contidas no relatório técnico apresentado ao IGAM se referem ao Projeto Básico do empreendimento aprovado pela ANEEL. Nesta fase do projeto a análise do IGAM contempla a viabilidade de implantação em termos hidrológicos e quanto a impedimentos relativos a usos já outorgados e prioritários na bacia.

Em vista do exposto, a equipe técnica do IGAM considera as informações apresentadas satisfatórias para parecer favorável quanto ao deferimento da outorga.

De acordo com o Art. 2º, inciso VII, alínea "b" da deliberação normativa CERH - MG Nº 07, de 4 novembro de 2002 o empreendimento é de grande porte e potencial poluidor e sua outorga deverá ser deliberada pela Câmara de Recursos Hídricos do COPAM.

8. Parecer

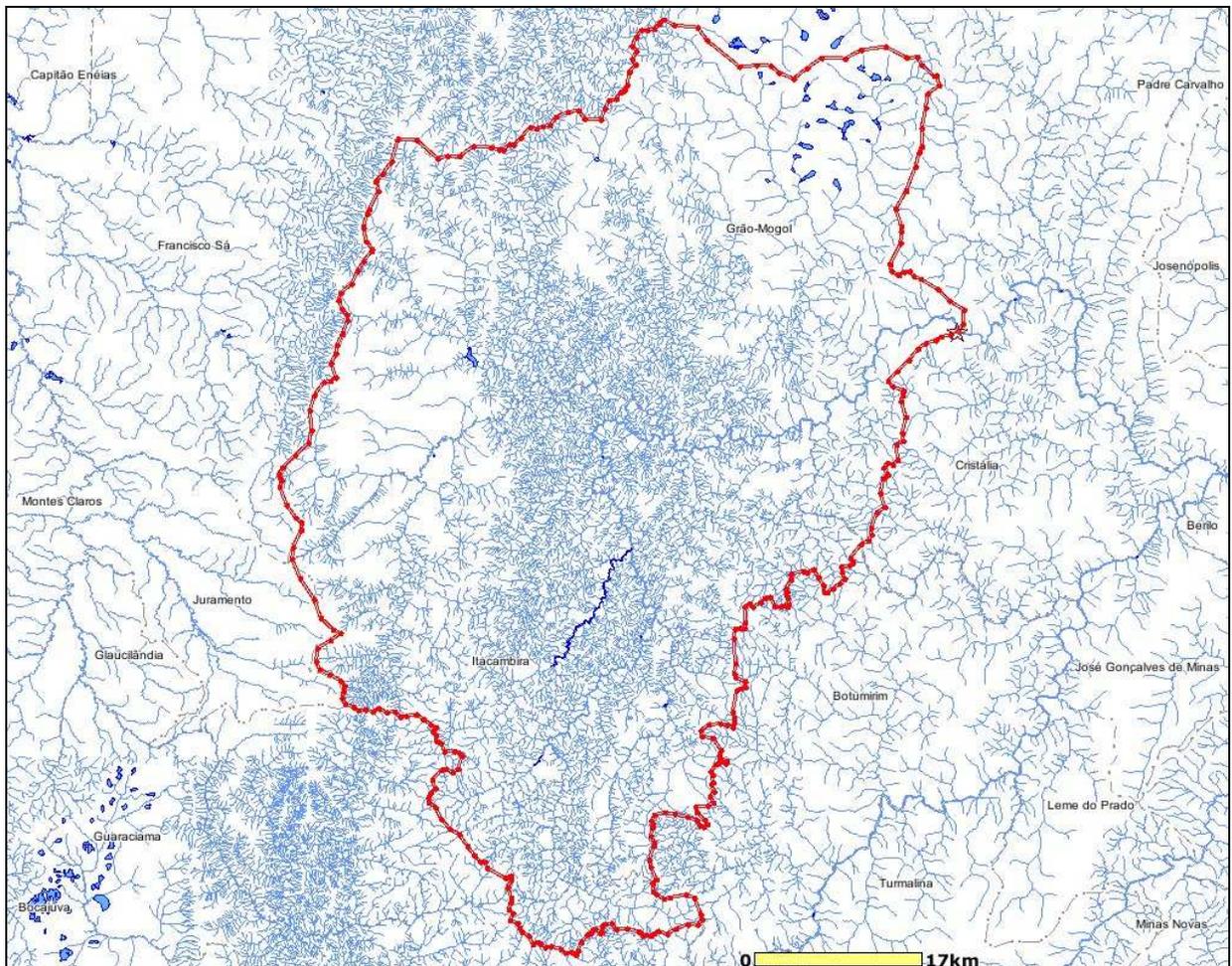
Em vista do exposto, a equipe técnica do IGAM considera os estudos apresentados satisfatórios para parecer **favorável** do processo de outorga nº **5467/2009**, na modalidade de **concessão**, com prazo de validade de **20 anos**, para aproveitamento de potencial hidrelétrico da PCH Grão Mogol, localizado da divisa dos municípios de Grão Mogol e Cristália.

Responsáveis Técnico SISEMA Wyllian Giovanni de Moura Melo Hélio de Moraes Filho	_____ Rubrica _____ Rubrica	MASP 1147982-1 1137778-5	____/____/____ Data ____/____/____ Data
Gerente GEARA	Diretora DMFA		Delegação conforme Portaria IGAM Nº 14, de 20 de junho de 2007, publicada no Diário Oficial de Minas Gerais em 21 de junho de 2007.
Data: / /	Data: / /	Data: / /	

9. Condicionantes:

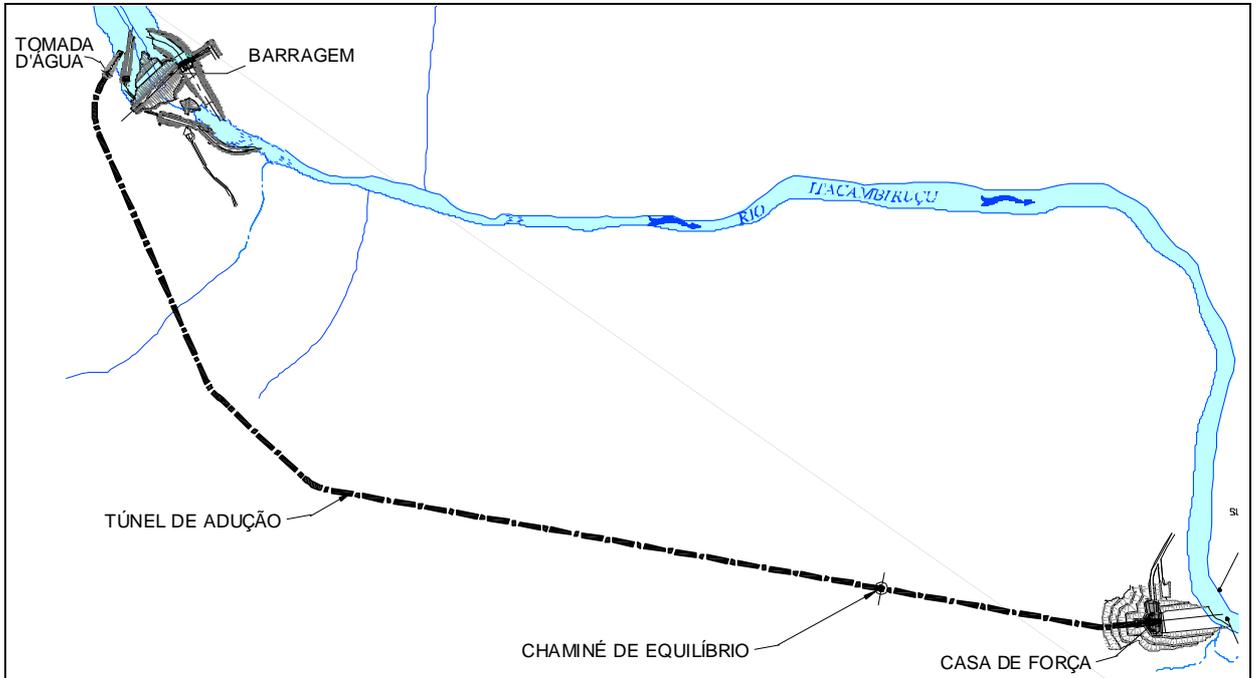
Nº	CONDICIONANTE	PRAZO
1	Garantir a manutenção da vazão mínima de 1,0m ³ /s imediatamente a jusante do barramento da PCH Grão Mogol e monitoramento diário das vazões defluentes, incluindo durante o enchimento deste reservatório. Os resultados deverão ser enviados ao IGAM semestralmente ou quando solicitado por este órgão.	A partir do início do enchimento
2	Instalar, operar e manter em funcionamento pluviômetro na área da PCH Grão Mogol, e envio dos dados ao IGAM, quando solicitado.	1 ano
3	Instalar, operar e manter em funcionamento posto fluviométrico a jusante da casa de máquinas no Rio Itacambiruçu, e envio dos dados ao IGAM, quando solicitado.	1 ano

10. Mapas



Mapa 01: bacia de contribuição do local da PCH Grão Mogol.

Responsáveis Técnico SISEMA Wyllian Giovanni de Moura Melo Hélio de Morais Filho		_____ Rubrica _____ Rubrica	MASP 1147982-1 1137778-5	____/____/____ Data ____/____/____ Data
Gerente GEARA		Diretora DMFA		Delegação conforme Portaria IGAM Nº 14, de 20 de junho de 2007, publicada no Diário Oficial de Minas Gerais em 21 de junho de 2007.
Data: ____/____/____		Data: ____/____/____		Data: ____/____/____



Mapa 02: Local entre a barragem e a casa de força expondo um trecho de vazão reduzida igual a 3,33km.

<p>Responsáveis Técnico SISEMA Wyllian Giovanni de Moura Melo Hélio de Morais Filho</p>	<p>_____ Rubrica _____ Rubrica</p>	<p>MASP 1147982-1 1137778-5</p>	<p>_____/_____/_____ Data _____/_____/_____ Data</p>
<p>Gerente GEARA</p>	<p>Diretora DMFA</p>		<p>Delegação conforme Portaria IGAM N° 14, de 20 de junho de 2007, publicada no Diário Oficial de Minas Gerais em 21 de junho de 2007.</p>
<p>Data: / /</p>	<p>Data: / /</p>	<p>Data: / /</p>	