



## ETAPA 03 - MODELAGEM MATEMÁTICA DE FLUXO PROGNÓSTICO TRANSIENTE DE ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTONIO - COTA 71,0 M

SANTO ANTÔNIO ENERGIA S.A.  
PORTO VELHO, RO

Operação N° 10252

10252-0000-EV-RT012-B

B	Aprovado após comentários do cliente	14/03/2013	MAraujo	RCoelho	RCoelho	BCivolani
A	Aprovado	01/03/2013	MAraujo	RCoelho	RCoelho	BCivolani
0	Documento de acompanhamento/Para informação	22/02/2013	MAraujo	RCoelho	RCoelho	BCivolani
REV.	DESCRIÇÃO / FINALIDADE	DATA	ELAB.	VERIF.	APROV.	AUTOR.



## SUMÁRIO

### Página

1.0	INTRODUÇÃO E OBJETIVOS .....	03
2.0	RESULTADOS.....	05
2.1	SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO .....	05
2.2	SIMULAÇÃO TRANSIENTE - COMPARAÇÃO ENTRE MAPAS POTENCIOMÉTRICOS.....	06
3.0	CONCLUSÕES .....	13
4.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	14
5.0	EQUIPE TÉCNICA .....	16

## FIGURAS

FIGURA 1.1	LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO MADEIRA E DA ÁREA MODELADA (MODIFICADO DE RIBEIRO NETO, 2006)
FIGURA 2.1.1	POLÍGONO E ÁREA DO RESERVATÓRIO MODELADA COMO CARGA HIDRÁULICA CONSTANTE
FIGURA 2.2.1	DIFERENÇA ENTRE CARGAS HIDRÁULICAS PÓS-SIMULAÇÃO DO ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO (30 DIAS) NA COTA 71,0M
FIGURA 2.2.2	DIFERENÇA ENTRE CARGAS HIDRÁULICAS PÓS-SIMULAÇÃO DO ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO (90 DIAS) NA COTA 71,0M
FIGURA 2.2.3	DIFERENÇA ENTRE CARGAS HIDRÁULICAS PÓS-SIMULAÇÃO DO ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO (270 DIAS) NA COTA 71,0M
FIGURA 2.2.4	DIFERENÇA ENTRE CARGAS HIDRÁULICAS PÓS-SIMULAÇÃO DO ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO (365 DIAS) NA COTA 71,0M
FIGURA 2.2.5	DIFERENÇA ENTRE TOPOGRAFIA E POTENCIOMÉTRICOS AO LONGO DO TEMPO NA COTA 71,0 M (1 DIA)
FIGURA 2.2.6	DIFERENÇA ENTRE TOPOGRAFIA E POTENCIOMÉTRICOS AO LONGO DO TEMPO NA COTA 71,0 M (90 DIAS)



## 1.0 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A Conestoga-Rovers e Associados Engenharia Ltda. (CRA) foi contratada pela Santo Antônio Energia S.A. (SAESA) para desenvolver o Modelo Matemático de Fluxo da Área de Influência Direta – AID do reservatório do Aproveitamento Hidroelétrico de Santo Antônio, no rio Madeira.

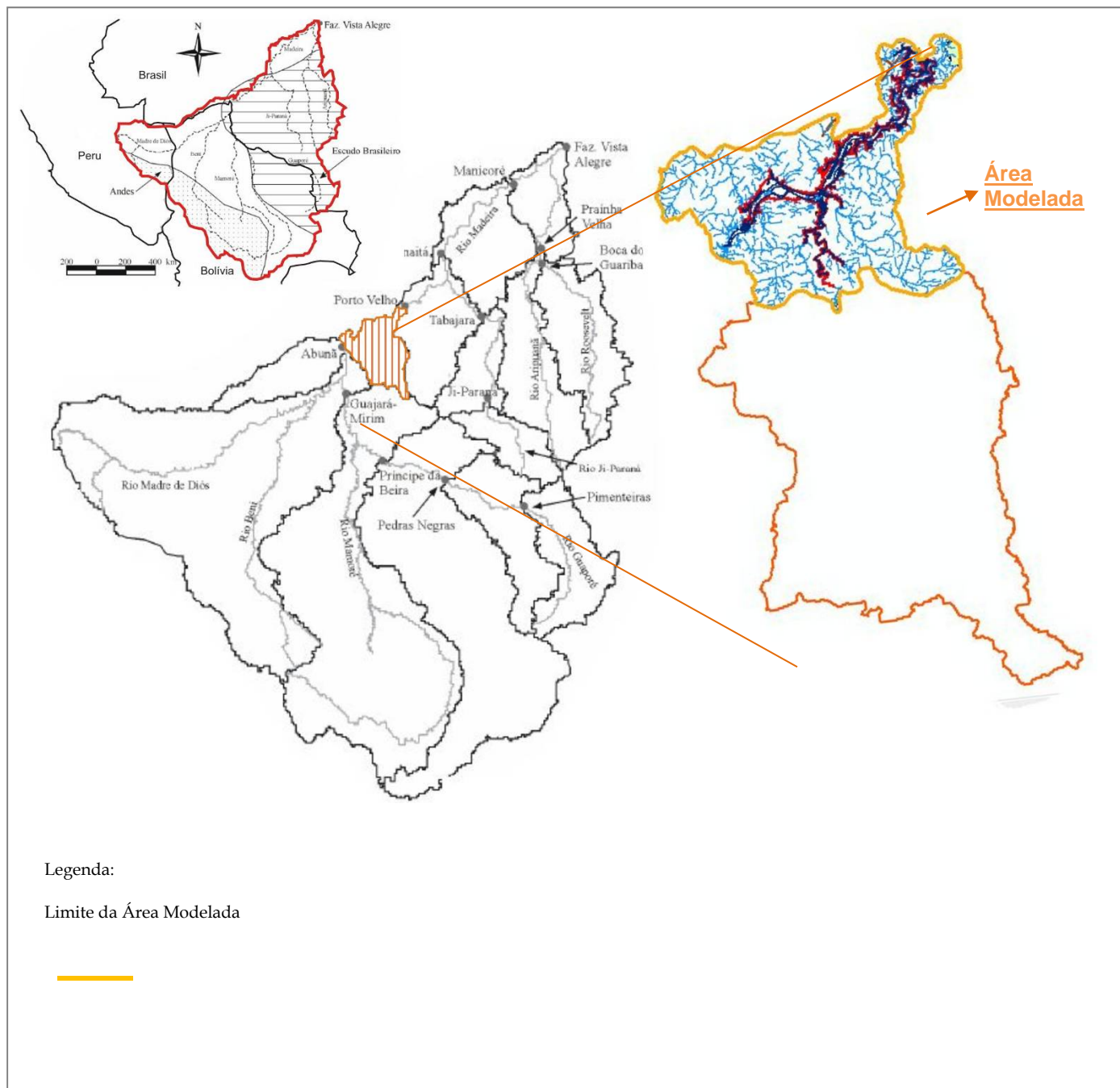
Em setembro de 2012, a CRA apresentou à SAESA o relatório “10252-0000-EV-RT008-0 – Etapa 03 - *Modelagem Matemática de Fluxo - Recalibração/Validação do Modelo de Fluxo*”, onde foi apresentada a recalibração e a validação do modelo matemático de enchimento do reservatório para a cota operacional de 70,2 m (cota corrigida devido a alterações no referencial de nível do ramal Porto Velho-Abunã, conforme monografias disponibilizadas no site do IBGE e corrigidas em 15/06/2011). Neste relatório foram apresentadas a descrição da metodologia utilizada, as bases de dados utilizadas e o modelo hidrogeológico conceitual.

O presente trabalho apresenta os resultados da Modelagem Matemática de Fluxo e o Prognóstico de Enchimento do Reservatório, considerando a cota operacional de 71,0 m, complementando as informações apresentadas no relatório “10252-0000-EV-RT008-0”.

O modelo matemático de fluxo foi elaborado com os dados da área ocupada pela Unidade Hidrelétrica (UHE) Santo Antônio, localizada na bacia do rio Madeira, à montante da cidade de Porto Velho - RO (**FIGURA 1.1**), bem como da simulação de enchimento do reservatório, considerando-se a cota operacional de 71,0 m.



**FIGURA 1.1**  
**LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO MADEIRA E DA ÁREA MODELADA**  
**(MODIFICADO DE RIBEIRO NETO, 2006)**







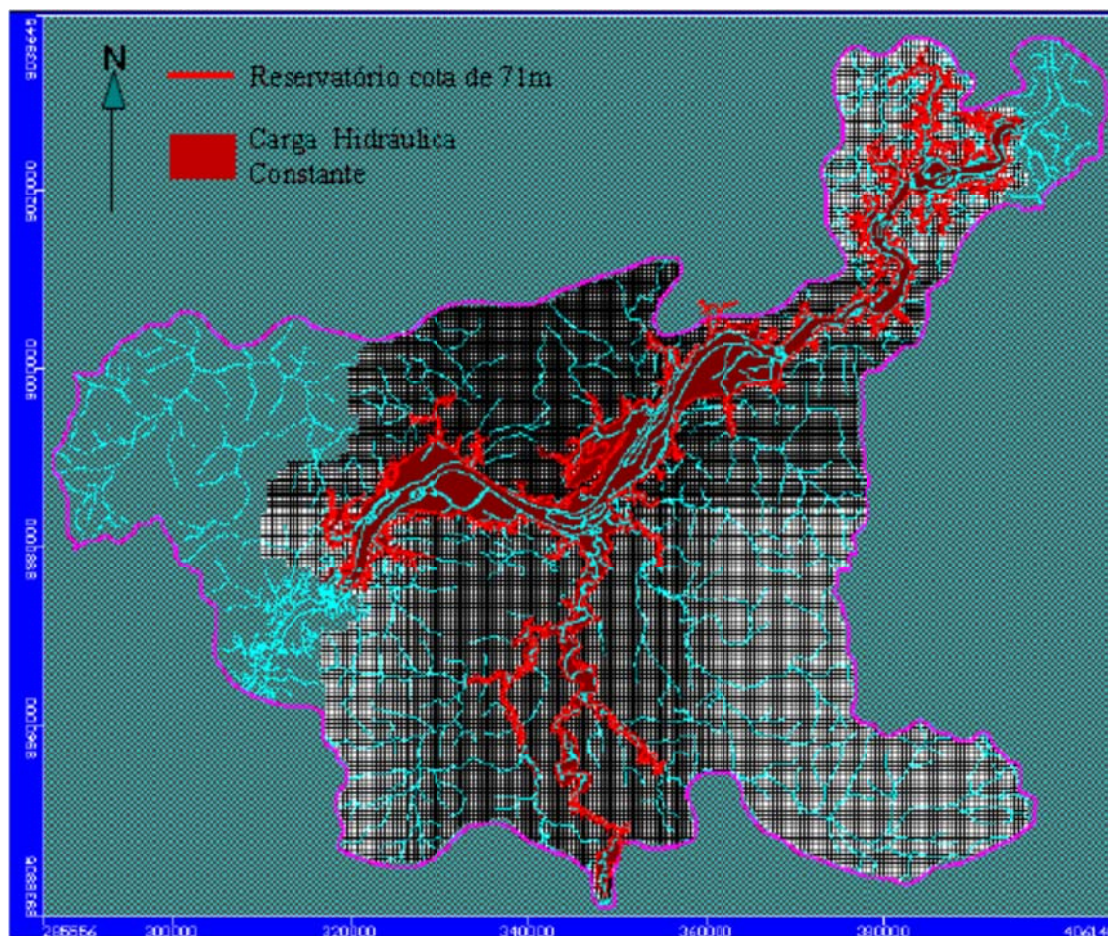
## 2.0 RESULTADOS

### 2.1 SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO

Essa simulação complementa as informações apresentadas no relatório “10252-0000-EV-RT008-0 - Etapa 03 - Modelagem Matemática de Fluxo - Recalibração/Validação do Modelo de Fluxo”, emitido pela CRA em setembro de 2012, de forma que é recomendável que ambos sejam avaliados conjuntamente.

Após obter o modelo final calibrado para as campanhas MAR/12 a JUN/12, o reservatório foi inserido como condição de contorno do tipo carga hidráulica constante, preenchendo-se a Área de Inundação do Reservatório com as cotas do novo remanso (71,0 e 76,5 m), conforme informações fornecidas pela SAESA (**FIGURA 2.1.1**).

**FIGURA 2.1.1**  
**POLÍGONO E ÁREA DO RESERVATÓRIO MODELADA COMO CARGA**  
**HIDRÁULICA CONSTANTE**





Cabe ressaltar que, apesar de ser elaborado com base no modelo matemático já calibrado, o prognóstico de enchimento do reservatório na cota 71,0 m é apenas uma simulação, já que a calibração só poderá ser efetivada após a realização de medições em campo, com o reservatório operando na nova cota. A simulação apresentou discrepância de balanço hídrico dentro da faixa aceitável, com valores iguais a 0,06% (MAR/12), 6,83% (ABR/12), 4,67% (JUN/12), 4,2% (DEZ/12) e 6,05% (FEV/13).

## **2.2      SIMULAÇÃO TRANSIENTE - COMPARAÇÃO ENTRE MAPAS POTENCIOMÉTRICOS**

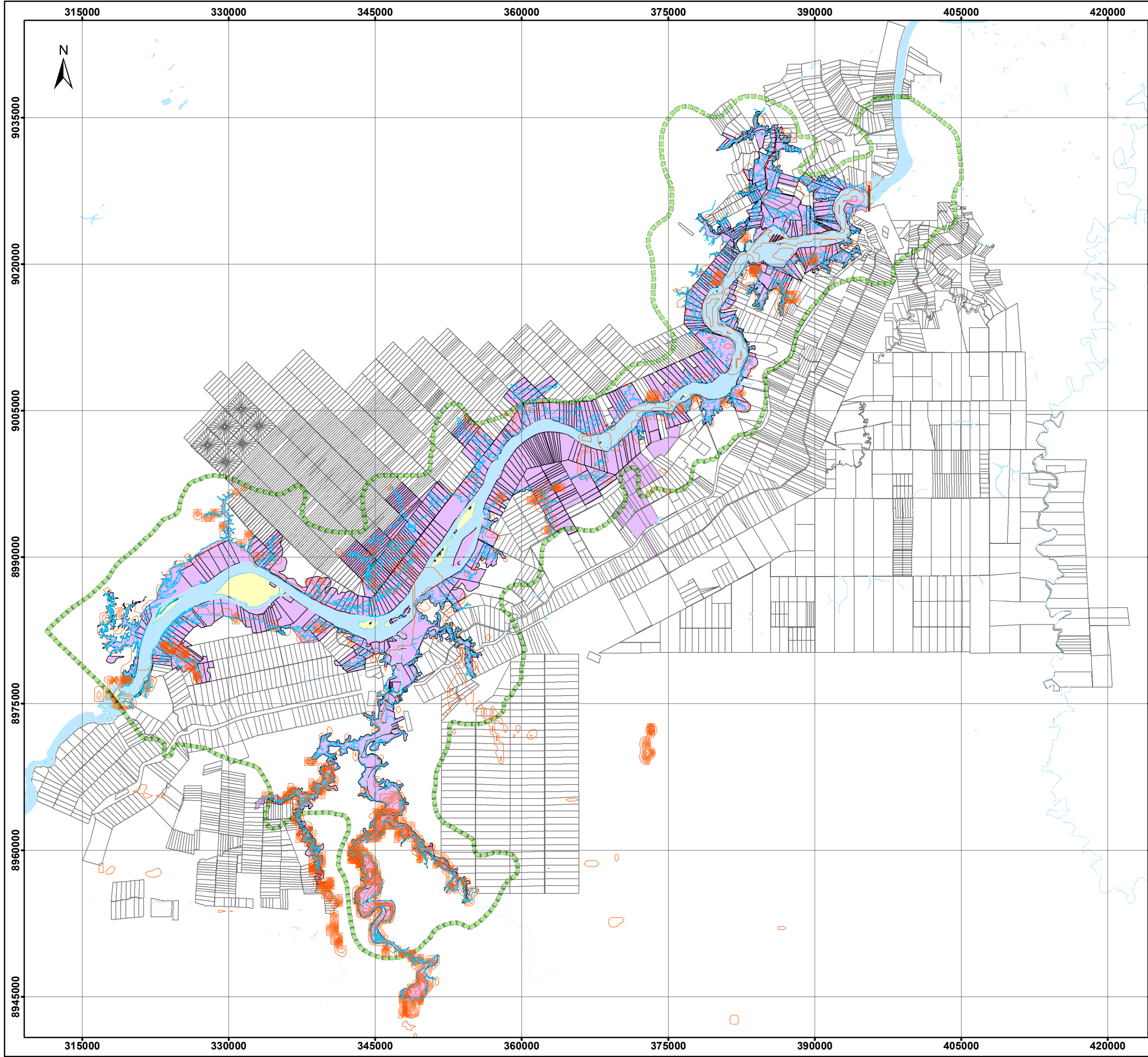
As **FIGURAS 2.2.1 à 2.2.4** demonstram o comparativo entre os mapas potenciométricos MAR/2012 e após um ano (FEV/2013) para a nova cota de enchimento (71,0m). Para tanto, mapas de isolinhas foram confeccionados utilizando o software Surfer 8.0, com o resultado da diferença entre as cargas hidráulicas obtidas com o enchimento (MAR/2012) e após algum tempo (30 dias - ABR/2012, 90 dias - JUN/2012, 270 dias - DEZ/2012 e 365 dias - FEV/2013). Como mostra a escala de cores, as isolinhas estão distribuídas de fora para dentro em 0.2m, 0.5m, 1.0m, 2.0m, 5.0m, 10.0m e 15.0m de elevação de carga hidráulica com o enchimento do reservatório.

As **FIGURAS 2.2.5 e 2.2.6** demonstram o comparativo da diferença entre a topografia e as cargas hidráulicas obtidas com o enchimento (MAR/2012) e após algum tempo (1 dia - MAR/2012 e 90 dias - JUN/2012) com a nova cota (71,0 m), onde pode-se observar que as áreas potencialmente afetadas pelo enchimento ao longo do tempo encontram-se nas proximidades do reservatório, com apenas um incremento das cargas na própria área do reservatório. Para melhor visualização da diferença entre as simulações de enchimento entre as cotas 70,2 m e 71,0 m, recomenda-se a comparação destas figuras com a **FIGURA 7.3.2** do relatório "10252-0000-EV-RT008-0 - Etapa 03 - Modelagem Matemática de Fluxo - Recalibração/Validação do Modelo de Fluxo".

Comparando-se as saídas do modelo para os dois cenários considerados (cotas 70,2 m e 71,0 m), a diferença entre as cargas hidráulicas obtidas no aquífero é muito pequena e não pode ser observada visualmente na escala do reservatório. Numericamente, considerando-se as saídas do modelo transiente após 365 dias de simulação, o aumento médio no nível d'água subterrâneo pela elevação da cota do reservatório para 71,0 seria de cerca de 0,06 m.

A simulação indicou que os valores máximos de elevação do nível do aquífero seriam de cerca de 0,19 m, em pontos localizados nas áreas próximas ao reservatório, diminuindo à medida em que se afasta deste.





LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Massa D'Água
- Ilha
- Banco de Areia

LEGENDA TEMÁTICA

- Cota de inundação pela vazão máxima da regra operativa – N.A. 71,00m (Q=36.200m³/s – Restituição Aerofotogramétrica)
- Carga hidráulica pós simulação do enchimento do reservatório - 30 dias
- Área de Influência Direta (AID) - Santo Antônio
- Eixo Barragem
- Base Fundiária do INCRA
- Área adquirida para a formação do reservatório da UHE Santo Antônio na cota de inundação pela Média das Máximas Anuais N.A. = 70,20m (Q=38.550m³/s – TOPOGRÁFICA).

0 3,25 6,5 13 19,5 26 Km

REFERÊNCIA

- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).
- SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO DE MEIO AMBIENTE (SEDAM) - RONDÔNIA.
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
- CNO/LEME ENGENHARIA.

NOTAS

- BASE CARTOGRÁFICA NA PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR. DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000. ZONA DE REFERÊNCIA 20S.
- ARQUIVOS FORMATO SHAPEFILE - ARCGIS 10
- MAPA PARA IMPRESSÃO EM FORMATO A3.

0	PARA APROVAÇÃO	R.S.U.	03/2013
---	----------------	--------	---------

CONESTOGA-ROVERS E ASSOCIADOS

SANTO ANTÔNIO ENERGIA S.A. - UHE SANTO ANTÔNIO - PORTO VELHO - RO

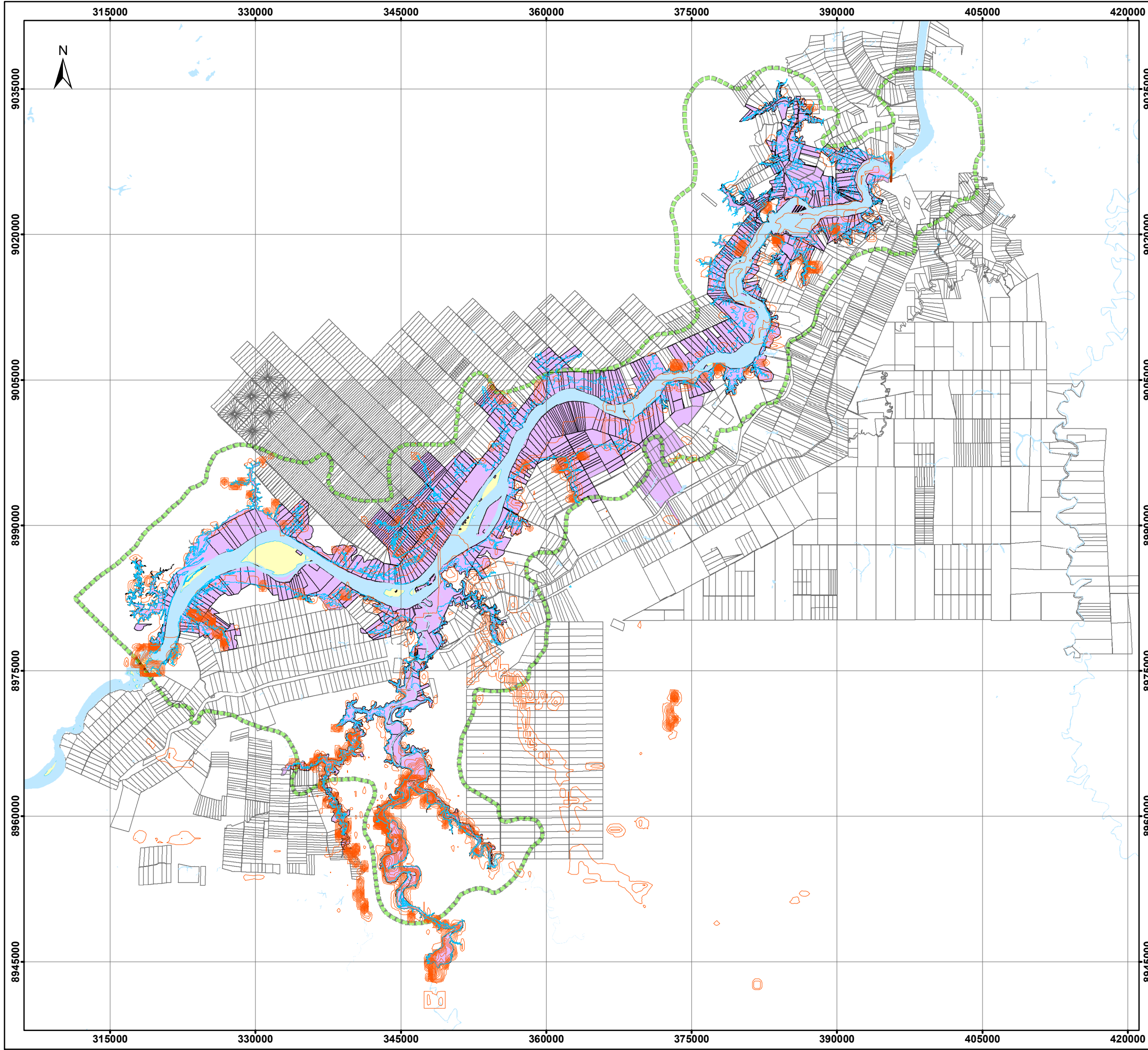
TÍTULO:

DIFERENÇA ENTRE CARGAS HIDRÁULICAS PÓS SIMULAÇÃO DO ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO (30 DIAS) NA COTA 71,0M

PROJ. N.º:	PROJ.:	APROV.:	DATA:	ESCALA:	REV.:
10252	R.C.	J.A.S.	03/13	1:390.000	R0

FIGURA 2.2.1





LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Massa D'Água
- Ilha
- Banco de Areia

LEGENDA TEMÁTICA

- Cota de inundação pela vazão máxima da regra operativa – N.A. 71,00m (Q=36.200m³/s – Restituição Aerofotogramétrica)
- Carga hidráulica pós simulação do enchimento do reservatório - 90 dias
- Área de Influência Direta (AID) - Santo Antônio
- Eixo Barragem
- Base Fundiária do INCRA
- Área adquirida para a formação do reservatório da UHE Santo Antônio na cota de inundação pela Média das Máximas Anuais N.A. = 70,20m (Q=38.550m³/s – TOPOGRÁFICA).

0 3,25 6,5 13 19,5 26 Km

REFERÊNCIA

- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).
- SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO DE MEIO AMBIENTE (SEDAM) - RONDÔNIA.
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
- CNOILEME ENGENHARIA.

NOTAS

- BASE CARTOGRÁFICA NA PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR. DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000. ZONA DE REFERÊNCIA 20S.
- ARQUIVOS FORMATO SHAPEFILE - ARCGIS 10
- MAPA PARA IMPRESSÃO EM FORMATO A3.

0	PARA APROVAÇÃO	R.S.U.	03/2013
---	----------------	--------	---------

CONESTOGA-ROVERS E ASSOCIADOS

SANTO ANTÔNIO ENERGIA S.A. - UHE SANTO ANTÔNIO - PORTO VELHO - RO

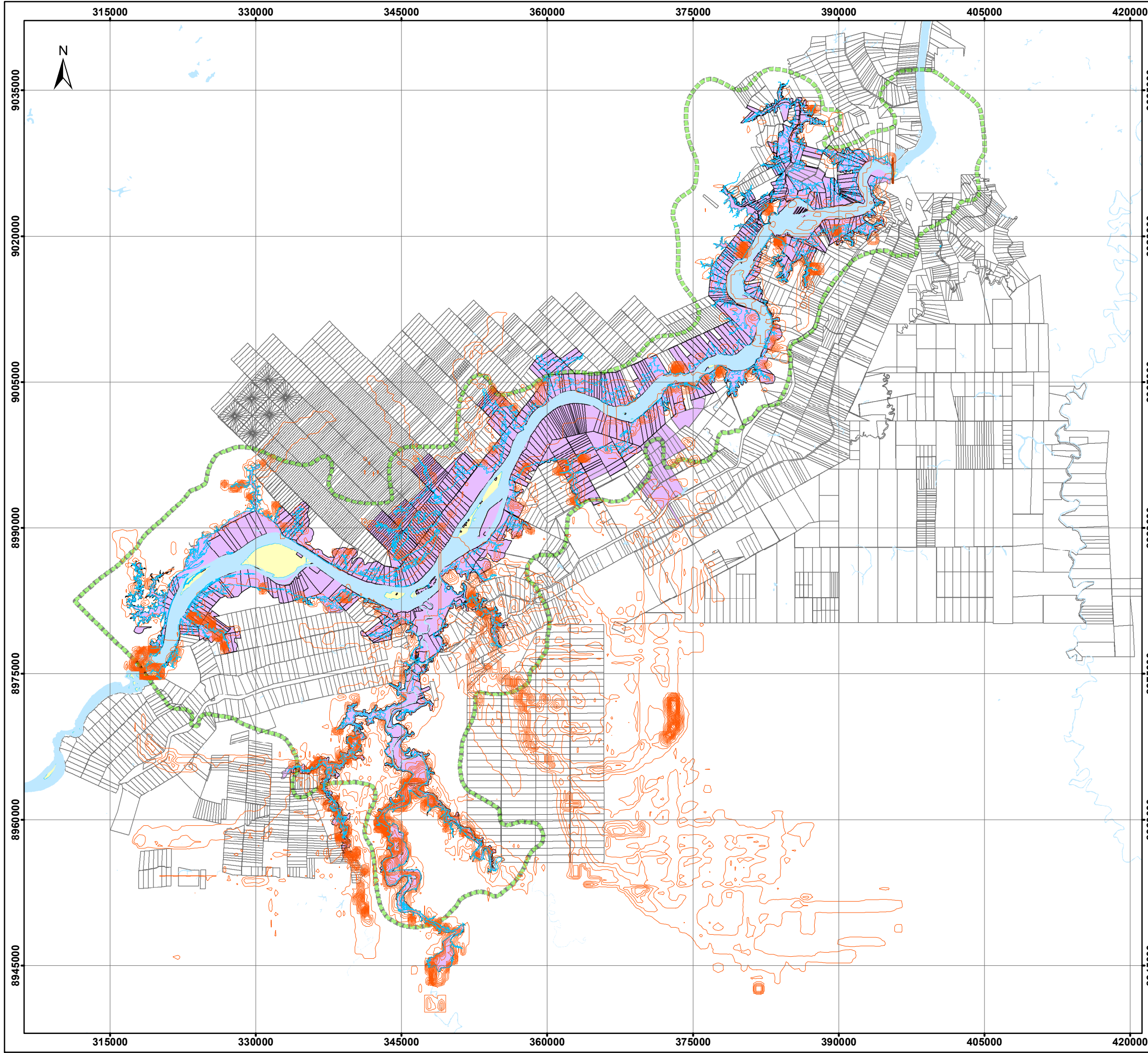
TÍTULO:

DIFERENÇA ENTRE CARGAS HIDRÁULICAS PÓS SIMULAÇÃO DO ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO (90 DIAS) NA COTA 71,0M

PROJ. N.º:	PROJ.:	APROV.:	DATA:	ESCALA:	REV.:
10252	R.C.	J.A.S.	03/13	1:390.000	R0

FIGURA 2.2.2





LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Massa D'Água
- Ilha
- Banco de Areia

LEGENDA TEMÁTICA

- Cota de inundação pela vazão máxima da regra operativa – N.A. 71,00m (Q=36.200m<sup>3</sup>/s – Restituição Aerofotogramétrica)
- Carga hidráulica pós simulação do enchimento do reservatório - 270 dias
- Área de Influência Direta (AID) - Santo Antônio
- Eixo Barragem
- Base Fundiária do INCRA
- Área adquirida para a formação do reservatório da UHE Santo Antônio na cota de inundação pela Média das Máximas Anuais N.A. = 70,20m (Q=38.550m<sup>3</sup>/s – TOPOGRÁFICA)

0 3,25 6,5 13 19,5 26 Km

REFERÊNCIA

- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).
- SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO DE MEIO AMBIENTE (SEDAM) - RONDÔNIA.
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
- CNOILEME ENGENHARIA.

NOTAS

- BASE CARTOGRÁFICA NA PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR. DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000. ZONA DE REFERÊNCIA 20S.
- ARQUIVOS FORMATO SHAPEFILE - ARCGIS 10
- MAPA PARA IMPRESSÃO EM FORMATO A3.

0	PARA APROVAÇÃO	R.S.U.	03/2013
---	----------------	--------	---------

CONESTOGA-ROVERS E ASSOCIADOS

SANTO ANTÔNIO ENERGIA S.A. - UHE SANTO ANTÔNIO - PORTO VELHO - RO

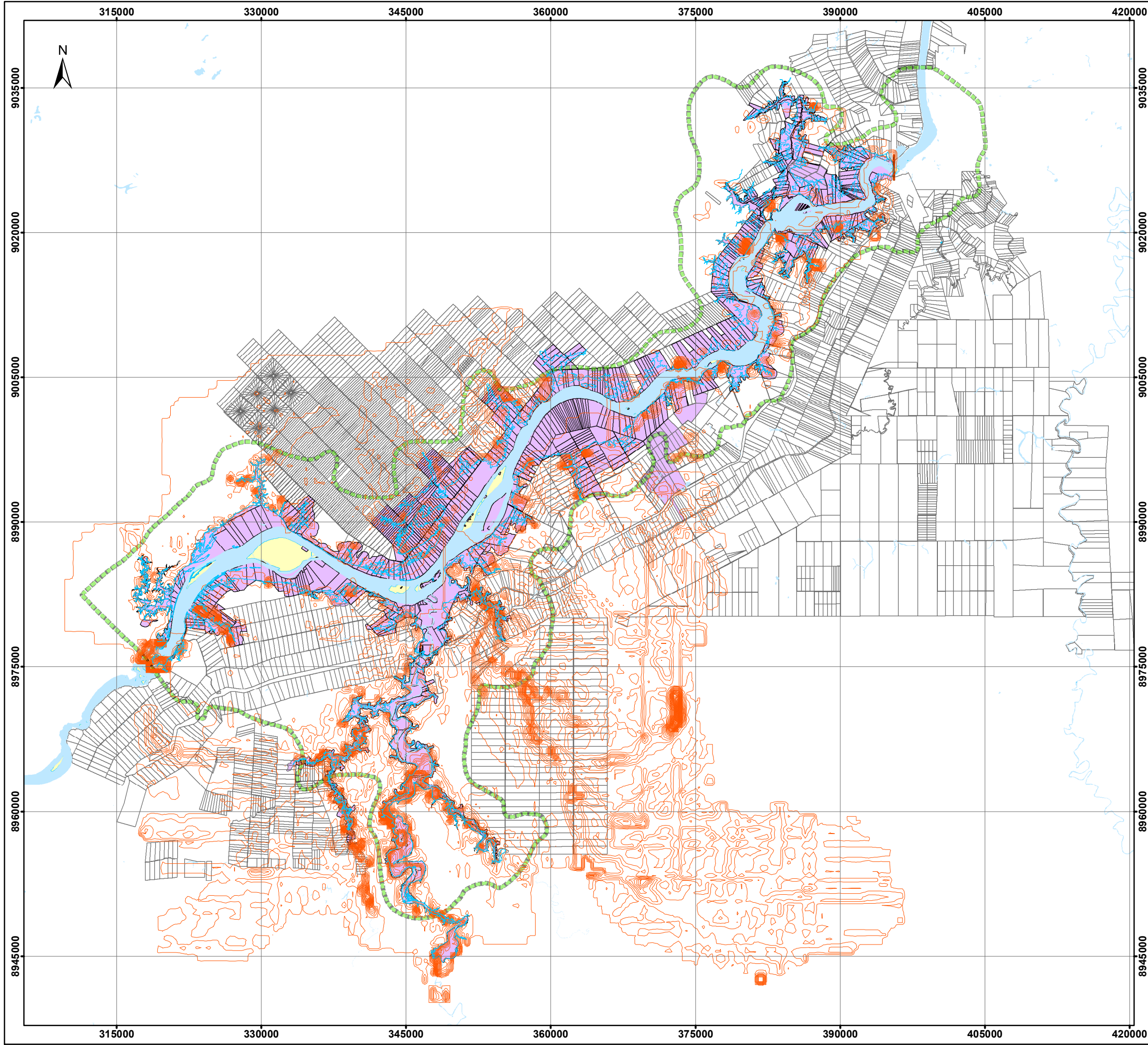
TÍTULO:

DIFERENÇA ENTRE CARGAS HIDRÁULICAS PÓS SIMULAÇÃO DO ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO (270 DIAS) NA COTA 71,0M

PROJ. N.º:	PROJ.:	APROV.:	DATA:	ESCALA:	REV.:
10252	R.C.	J.A.S.	03/13	1:390.000	R0

FIGURA 2.2.3





LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Massa D'Água
- Ilha
- Banco de Areia

LEGENDA TEMÁTICA

- Cota de inundação pela vazão máxima da regra operativa – N.A. 71,00m (Q=36.200m³/s – Restituição Aerofotogramétrica)
- Carga hidráulica pós simulação do enchimento do reservatório - 365 dias
- Área de Influência Direta (AID) - Santo Antônio
- Eixo Barragem
- Base Fundiária do INCRA
- Área adquirida para a formação do reservatório da UHE Santo Antônio na cota de inundação pela Média das Máximas Anuais N.A. = 70,20m (Q=38.550m³/s – TOPOGRÁFICA)

0 3,25 6,5 13 19,5 26 Km

REFERÊNCIA

- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).
- SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO DE MEIO AMBIENTE (SEDAM) - RONDÔNIA.
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
- CNOILEME ENGENHARIA.

NOTAS

- BASE CARTOGRÁFICA NA PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR. DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000. ZONA DE REFERÊNCIA 20S.
- ARQUIVOS FORMATO SHAPEFILE - ARCGIS 10
- MAPA PARA IMPRESSÃO EM FORMATO A3.

0	PARA APROVAÇÃO	R.S.U.	03/2013
---	----------------	--------	---------

CONESTOGA-ROVERS E ASSOCIADOS

SANTO ANTÔNIO ENERGIA S.A. - UHE SANTO ANTÔNIO - PORTO VELHO - RO

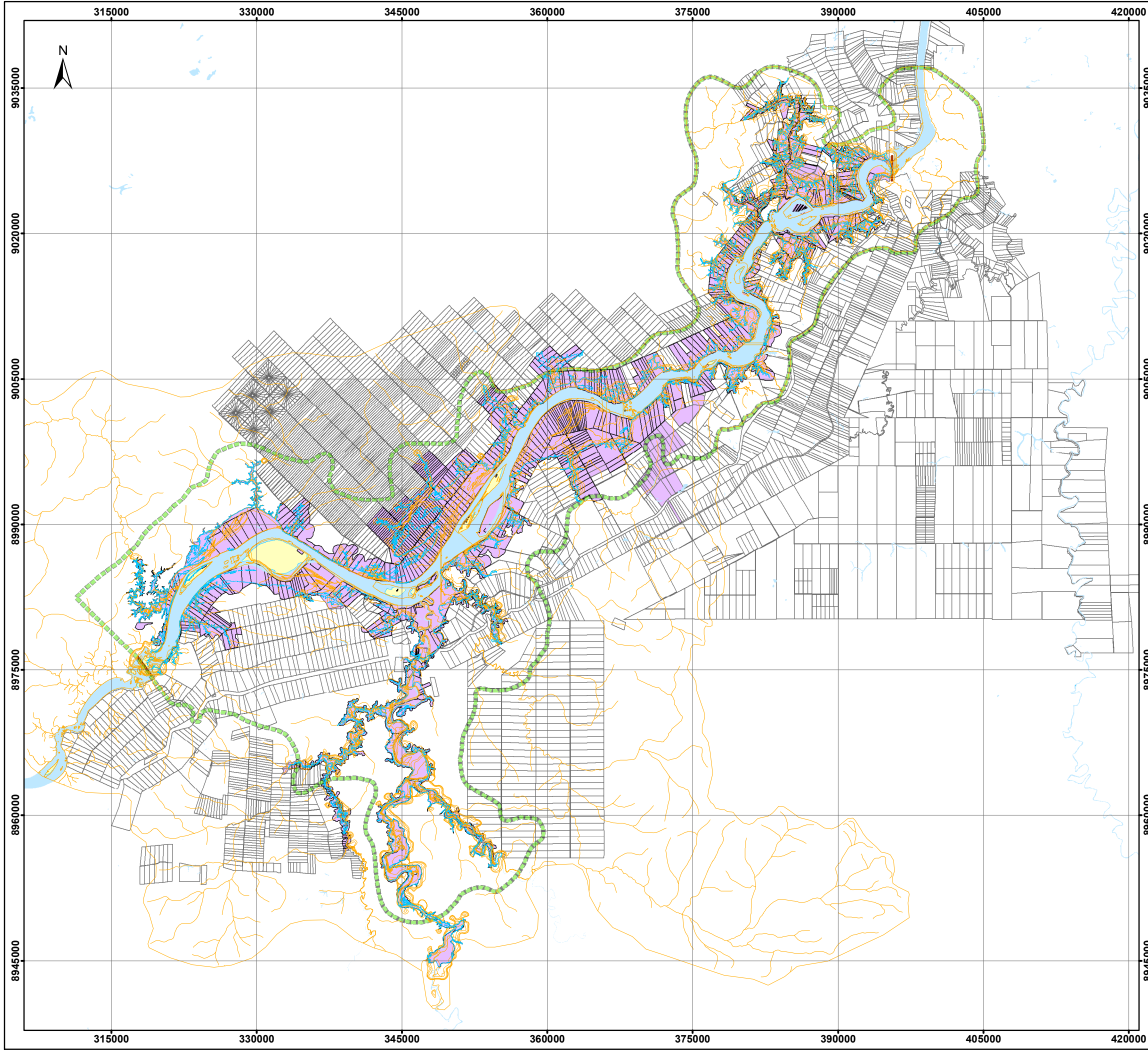
TÍTULO:

DIFERENÇA ENTRE CARGAS HIDRÁULICAS PÓS SIMULAÇÃO DO ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO (365 DIAS) NA COTA 71,0M

PROJ. N.º:	PROJ.:	APROV.:	DATA:	ESCALA:	REV.:
10252	R.C.	J.A.S.	03/13	1:390.000	R0

FIGURA 2.2.4





LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Massa D'Água
- Ilha
- Banco de Areia

LEGENDA TEMÁTICA

- Cota de inundação pela vazão máxima da regra operativa – N.A. 71,00m (Q=36.200m³/s – Restituição Aerofotogramétrica)
- Diferença entre topografia e potenciométricos (01 MAR 2012)
- Área de Influência Direta (AID) - Santo Antônio
- Eixo Barragem
- Base Fundiária do INCRA
- Área adquirida para a formação do reservatório da UHE Santo Antônio na cota de inundação pela Média das Máximas Anuais N.A. = 70,20m (Q=38.550m³/s – TOPOGRÁFICA)

0 3,25 6,5 13 19,5 26 Km

REFERÊNCIA

- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).
- SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO DE MEIO AMBIENTE (SEDAM) - RONDÔNIA.
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
- CNOILEME ENGENHARIA.

NOTAS

- BASE CARTOGRÁFICA NA PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR. DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000. ZONA DE REFERÊNCIA 20S.
- ARQUIVOS FORMATO SHAPEFILE - ARCGIS 10
- MAPA PARA IMPRESSÃO EM FORMATO A3.

0	PARA APROVAÇÃO	R.S.U.	03/2013
---	----------------	--------	---------

CONESTOGA-ROVERS E ASSOCIADOS

SANTO ANTÔNIO ENERGIA S.A. - UHE SANTO ANTÔNIO - PORTO VELHO - RO

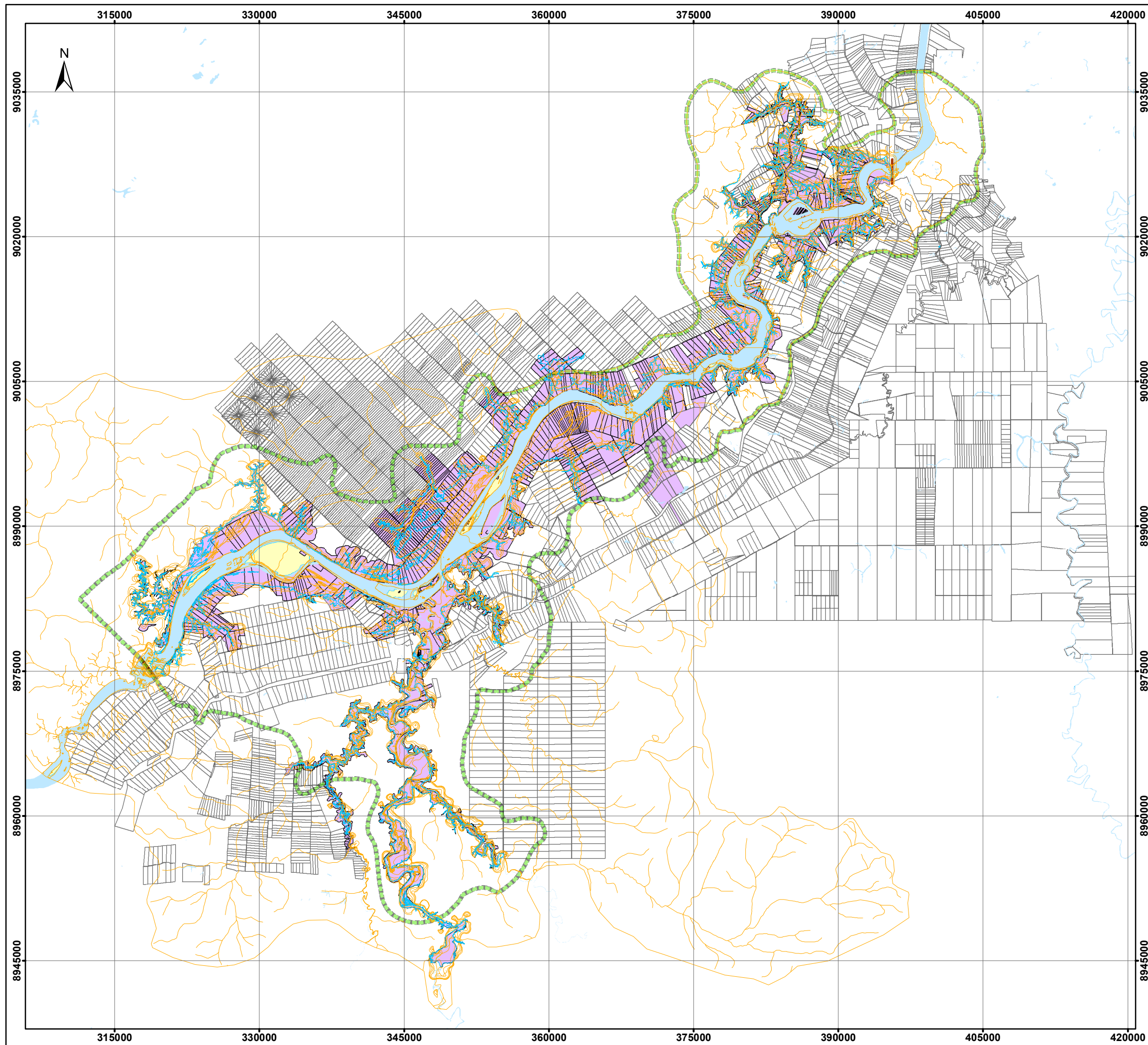
TÍTULO:

DIFERENÇA ENTRE TOPOGRAFIA E POTENCIOMÉTRICOS AO LONGO DO TEMPO NA COTA 71,0 M (1 DIA)

PROJ. N.º:	PROJ.:	APROV.:	DATA:	ESCALA:	REV.:
10252	R.C.	J.A.S.	03/13	1:390.000	R0

FIGURA 2.2.1





LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Massa D'Água
- Ilha
- Banco de Areia

LEGENDA TEMÁTICA

- Cota de inundação pela vazão máxima da regra operativa – N.A. 71,00m (Q=36.200m³/s – Restituição Aerofotogramétrica)
- Diferença entre topografia e potenciométricos (90 dia - jun 2012)
- Área de Influência Direta (AID) - Santo Antônio
- Eixo Barragem
- Base Fundiária do INCRA
- Área adquirida para a formação do reservatório da UHE Santo Antônio na cota de inundação pela Média das Máximas Anuais N.A. = 70,20m (Q=38.550m³/s – TOPOGRÁFICA)

0 3,25 6,5 13 19,5 26 Km

REFERÊNCIA

- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).
- SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO DE MEIO AMBIENTE (SEDAM) - RONDÔNIA.
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
- CNOILEME ENGENHARIA.

NOTAS

- BASE CARTOGRÁFICA NA PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR. DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000. ZONA DE REFERÊNCIA 20S.
- ARQUIVOS FORMATO SHAPEFILE - ARCGIS 10
- MAPA PARA IMPRESSÃO EM FORMATO A3.

0	PARA APROVAÇÃO	R.S.U.	03/2013
---	----------------	--------	---------

CONESTOGA-ROVERS E ASSOCIADOS

SANTO ANTÔNIO ENERGIA S.A. - UHE SANTO ANTÔNIO - PORTO VELHO - RO

TÍTULO:

DIFERENÇA ENTRE TOPOGRAFIA E POTENCIOMÉTRICOS AO LONGO DO TEMPO NA COTA 71,0 M (90 DIAS)

PROJ. N.º:	PROJ.:	APROV.:	DATA:	ESCALA:	REV.:
10252	R.C.	J.A.S.	03/13	1:390.000	R0

FIGURA 2.2.6





### 3.0 CONCLUSÕES

Com base na simulação realizada o aumento médio do nível d'água subterrâneo, causado pela elevação do nível do reservatório para a cota 71,0 m seria de cerca de 0,06 m. Os valores máximos de elevação do nível do aquífero seriam de cerca de 0,19 m, em pontos localizados nas áreas próximas ao reservatório, diminuindo gradativamente à medida que se afasta deste.

Dessa forma, considerando a Fase Reservatório na cota operacional de 71,0 m mais o remanso correspondente à vazão máxima da regra operativa ( $Q = 36.200 \text{ m}^3/\text{s}$ ), a simulação indica que os impactos provocados pelo enchimento do reservatório estão circunscritos aos lotes já adquiridos pela SAE a partir da projeção do remanso do reservatório na cota 70,2m mais o remanso correspondente à vazão de  $38.550 \text{ m}^3/\text{s}$  (Média das Máximas Anuais), não sendo observada elevação do lençol freático capaz de promover impactos no uso e ocupação do solo”.

Ressalta-se que este prognóstico de enchimento é apenas uma simulação, cuja calibração só pode ser efetivada após a realização de campanhas de monitoramento do lençol freático, com o reservatório operando na cota 71,0 m.



#### 4.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE FILHO, J. L. (2002) Previsão e análise da elevação do lençol freático no processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) de reservatórios hidrelétricos. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

ANDERSON, M. P. & WOESSNER, W. W, (1992) Applied Groundwater Modeling: Simulation of Flow and Advective Transport. San Diego, California, Academic Press Inc. 381p.

CAMPOS, J. C. V. & MORAIS, P. R. C. (1999) Morfologia dos Aquíferos da área urbana de Porto Velho (RO). SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13, Belo Horizonte, (CD-ROM).

CAVALCANTI, M. A. M. P. (2002) A Modelagem Matemática associada ao Sistema de Informação Geográfica como instrumento de previsão no estudo de impacto hidrogeológico de reservatórios. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CPRM (2005) Base cartográfica em formato SIG - Geologia, recursos minerais, geomorfologia e hidrogeologia. Escala 1:100.000 para Área de Influência Direta (AID) e 1:250.000 para para Área de Influência Indireta (AII) - PROJETO RIO MADEIRA / AHE SANTO ANTÔNIO. CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL / FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A. Porto Velho, 2005.

CPRM (2005) Levantamento de Informações para subsidiar o Estudo de Viabilidade do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) do Rio Madeira - PROJETO RIO MADEIRA / AHE SANTO ANTÔNIO. CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL / FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A. Porto Velho, 2005.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (1999) Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo. São Paulo, CD-ROM.

FETTER, C.W. (1994) Applied Hydrogeology. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice-Hall, 4a Edição. 598p.



McDONALD, M. G. & HARBAUGH, A. W. (1988) A Modular Three Dimensional Finite-Difference Ground-Water Flow Model. Techniques of Water-Resources Investigations of US Geological Survey. USGS 06-A1, Washington, EUA. 576p.

RIBEIRO NETO, A. (2006) Simulação Hidrológica na Amazônia: Rio Madeira. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE - UFRJ), Rio de Janeiro.

PCE (2009) UHE SANTO ANTÔNIO - Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrosedimentológico do Rio Madeira e do futuro reservatório da UHE Santo Antônio. Levantamento Topobatimétrico do Rio Madeira e Análise Granulométrica do Leito - Trecho UHE Jirau a Humaitá - Relatório Final R4 - PJ0967-X-H41-GR-ED-103-1A.

SAESA-CSAC (2009) UHE SANTO ANTONIO - Relatório de Sondagens Complementares. Documento S-RT-CC-GEG00-C30-0001, CONSÓRCIO SANTO ANTONIO CIVIL.

ZHENG, C. & WANG, P. P. (1999) MT3DMS: A modular three-dimensional multispecies model for simulation of advection, dispersion and chemical reactions of contaminants in groundwater systems. Documentation and User's Guide Contract Report SERDP-99-1. U. S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS, 1999.



## 5.0 EQUIPE TÉCNICA

### Gerente de Projeto:

Rodrigo Octávio Coelho  
Hidrogeólogo Sênior

---

### Responsável Técnico:

José Angelo Ferreira da Silva  
Geólogo  
CREA - nº 5060995271

---

### Equipe Técnica:

Marcos Araújo  
Analista Ambiental Pleno

---