



ESTUDO DE EVOLUÇÃO DA PAISAGEM DA AID DA UHE BAIXO IGUAÇU

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA PAISAGEM

JUNHO de 2018

Belo Horizonte, 05 de junho de 2018.

AO
CONSÓRCIO EMPREENDEDOR BAIXO
IGUAÇU (CEBI)

At.: Sr. Bruno Henrique Mattiello

Assunto: Estudo da Evolução da Paisagem da AID
da UHE Baixo Iguaçu

CEB-ASSE-BHZ-RT-001-18-R01

Prezado Senhor,

Conforme especificado em e-mail enviado pela Ferreira Rocha no dia 20/02/2018 e aceite, por parte do CEBI, no e-mail do dia 27/02/2018, enviamos, para sua análise, o Relatório de Estudo da Evolução da Paisagem da AID da UHE Baixo Iguaçu.

Colocando-nos à sua disposição para prestar quaisquer esclarecimentos necessários a respeito do documento ora encaminhado, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

Delfim Rocha
Diretor Executivo

Ferreira Rocha
Gestão de Projetos Sustentáveis

ferreirarochoa.com.br





ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM DA AID DA UHE BAIXO IGUAÇU

Programa de Monitoramento da Paisagem

FERREIRA ROCHA Gestão de Projetos Sustentáveis		Status:
Título do documento: Estudo da Evolução da Paisagem da AID da UHE Baixo Iguaçu		
Nome/código arquivo: CEB-ASSE-BHZ-RT-001-18-R0		Versão: 01
Elaboração: Thiago Alencar	Data: 12/06/2018	
Revisão:	Data:	
Aprovação:	Data:	
Observações:		
APROVAÇÃO DO CLIENTE:		
Nome:	Visto:	
Data da Aprovação:		

Junho de 2018.



ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM DA AID DA UHE BAIXO IGUAÇU

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA PAISAGEM

CEB-ASSE-BHZ-RT-001-18-R0

Junho de 2018

APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta o Estudo de Evolução da Paisagem da Área de Influência Direta (AID) da UHE Baixo Iguaçu. O documento contém o detalhamento técnico/metodológico dos processamentos e análises realizados.

O estudo, ora apresentado, é parte do escopo do Programa de Monitoramento da Paisagem constante no Plano Básico Ambiental Consolidado – PBA, datado de março de 2013.

Para o desenvolvimento do estudo foram utilizadas imagens orbitais e técnicas de sensoriamento remoto que permitiram analisar a evolução dos elementos da paisagem na AID do empreendimento no período anterior ao início das obras até os dias atuais. Os resultados apresentados permitem analisar o nível de influência da instalação da UHE Baixo Iguaçu nas possíveis alterações da paisagem na AID do empreendimento.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	9
2 - OBJETIVOS	10
3 - METODOLOGIA	12
3.1 - Definição da Área de Estudo	12
3.2 - Elaboração de Banco de Dados Geoespaciais.....	12
3.3 - Aquisição de Imagem de Satélite.....	15
3.4 - Processamento das Imagens	17
3.5 - Elaboração dos Mapas de Uso e Ocupação do Solo.....	17
3.6 - Elaboração de Álgebra de Mapas e Análise Qualitativa/Quantitativa de Alterações de Classes de Uso e Ocupação do Solo	17
4 - RESULTADOS	19
4.1 - Valores Numéricos.....	19
4.2 - Uso e Ocupação do Solo.....	19
4.3 - Análise da Alteração da Paisagem	28

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
6 - EQUIPE TÉCNICA	35

LISTAGEM DE FIGURAS

FIGURA 2-1 – MAPA MENTAL DO ESCOPO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA PAISAGEM. 11	
FIGURA 3-1 – ETAPAS METODOLÓGICAS DO ESTUDO DE EVOLUÇÃO DA PAISAGEM DA AID DA UHE BAIXO IGUAÇU 13	
FIGURA 3-2 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 14	
FIGURA 3-3 – ARTICULAÇÃO DAS CENAS RAPIDEYE (A) E SENTINEL-2 (B)..... 16	
FIGURA 3-4 – EXEMPLO DE ÁLGEBRA DE ATRIBUIÇÃO DE VALORES E ÁLGEBRAS DE MAPAS. ONDE F CORRESPONDE À CLASSE FLORESTA E P CORRESPONDE À CLASSE PASTAGEM. 18	
FIGURA 3-5 – EXEMPLO DA VARIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO ENTRE OS ANOS DE 2012 E 2013. 18	
FIGURA 4-1 – VALORES NUMÉRICOS ARBITRÁRIOS UTILIZADOS PARA A ANÁLISE DE MONITORAMENTO DA PAISAGEM DA AID DA UHE BAIXO IGUAÇU. 19	
FIGURA 4-2 – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA O ANO DE 2012 21	
FIGURA 4-3 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA O ANO DE 2013..... 22	
FIGURA 4-4 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA O ANO DE 2014..... 23	
FIGURA 4-5 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA O ANO DE 2015..... 24	
FIGURA 4-6 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA O ANO DE 2016..... 25	
FIGURA 4-7 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA O ANO DE 2017..... 26	

LISTAGEM DE TABELAS

TABELA 3-1 – IMAGENS DE SATÉLITE UTILIZADAS NO ESTUDO DE EVOLUÇÃO DA PAISAGEM DA AID DA UHE BAIXO IGUAÇU.	15
TABELA 4-1 – QUANTITATIVO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO – ANO DE 2012	27
TABELA 4-2 – QUANTITATIVO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO – ANO DE 2013	27
TABELA 4-3 - QUANTITATIVO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO – ANO DE 2014	27
TABELA 4-4 - QUANTITATIVO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO – ANO DE 2015	27
TABELA 4-5 - QUANTITATIVO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO – ANO DE 2016	28
TABELA 4-6 - QUANTITATIVO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO – ANO DE 2017	28
TABELA 4-7 – RESULTADO DA MUDANÇA DO USO E COBERTURA VEGETAL DA AID DO EMPREENDIMENTO (2012 PARA 2013)	28
TABELA 4-8 - RESULTADO DA MUDANÇA DO USO E COBERTURA VEGETAL DA AID DO EMPREENDIMENTO (2013 PARA 2014)	30

TABELA 4-9 - RESULTADO DA MUDANÇA DO USO E COBERTURA VEGETAL DA AID DO EMPREENDIMENTO (2014 PARA 2015).	31
TABELA 4-10 - RESULTADO DA MUDANÇA DO USO E COBERTURA VEGETAL DA AID DO EMPREENDIMENTO (2015 PARA 2016).	32
TABELA 4-11 - RESULTADO DA MUDANÇA DO USO E COBERTURA VEGETAL DA AID DO EMPREENDIMENTO (2016 PARA 2017).	33
TABELA 6-1 – EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DESTE RELATÓRIO.	35

1 - INTRODUÇÃO

O Programa de Monitoramento da Paisagem é um dos programas contidos no Plano Básico Ambiental – PBA da UHE Baixo Iguaçu. Este programa justifica-se devido às diversas alterações na paisagem, positivas e negativas, ocasionadas pela implantação da Hidrelétrica Baixo Iguaçu. Como pontos negativos tem-se a necessidade da supressão vegetal e movimentação de terras, necessários para a implantação do canteiro de obras e formação do futuro reservatório no rio Iguaçu. Como pontos positivos destaca-se o fato de que vários Programas Ambientais possuem como objetivo a recomposição de ambientes alterados pelo empreendimento, acarretando em ganhos positivos à paisagem natural, em função das ações de compensação e/ou mitigação ambiental, entre elas: isolamento e recomposição florestal da APP do entorno do reservatório, compensação florestal prevista pela Lei Federal 11.428/2006 (Lei da Mata Atlântica), relocação das reservas legais, entre outros.

Segundo o PBA (CEBI, 2013):

“Uma vez adquiridas as áreas que servirão como proteção permanente ao futuro reservatório da UHE Baixo Iguaçu, estas estarão sujeitas aos distintos processos de regeneração conforme a situação ambiental em que se encontram, a vegetação remanescente, os aspectos geológicos, geomorfológicos, de pedogênese, climáticos, etc. Tal fato não seria tão preocupante se as mudanças na paisagem não ocorressem próximos ao limite do Parque Nacional do Iguaçu, uma unidade de conservação de proteção integral. Estes processos deverão ser constantemente avaliados, numa visão crítica, de maneira que se possa realizar um monitoramento sobre as ações de recomposição paisagística”.

Para a realização do monitoramento supracitado foi utilizado imagens de sensores orbitais (imagens de satélite) adquiridas no período anterior ao início das obras até os dias atuais. Para isto foram utilizadas imagens dos anos de 2012 a 2017.

A metodologia proposta, neste estudo, está dividida em 7 etapas, sendo elas: (i) elaboração de banco de dados de SIG; (ii) aquisição de imagem de satélite; (iii) processamento da imagem de satélite; (iv) elaboração de material cartográfico; (v) elaboração das análises qualitativas e quantitativas, (vi) apresentação dos resultados e (vii) conclusões.

A seguir são apresentados os objetivos do estudo no capítulo 2. No capítulo 3 é detalhado a metodologia de processamento digital de imagem utilizada para a avaliação dos elementos da paisagem da AID da UHE Baixo Iguaçu. As análises e resultados são apresentados no capítulo 4. As conclusões e indicações das próximas etapas são apresentadas no capítulo 5. Por fim, a equipe técnica responsável pela elaboração deste documento consta no item 6 deste documento.

2 - OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é tender parte do escopo do Programa de Monitoramento da Paisagem (4.21), no que se refere ao “Planejamento do “Modus Operandi” do sistema de monitoramento da paisagem na AID” e sua atividade correlacionada:

- Elaboração periódica de mapa demonstrativo dos fenômenos de evolução da paisagem (quantitativo e qualitativo).

O escopo deste estudo consiste na análise da evolução da paisagem (uso e ocupação do solo) da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento entre os anos de 2012 e 2017. Além disto, está associado a este estudo a elaboração de um banco de dados georreferenciados em estrutura SIG contendo as informações temáticas utilizadas.

A figura a seguir apresenta o mapa mental do escopo completo do Programa de Monitoramento da Paisagem (4.21). As caixas realçadas em laranja representam o objeto deste estudo técnico (**Figura 2-1**).

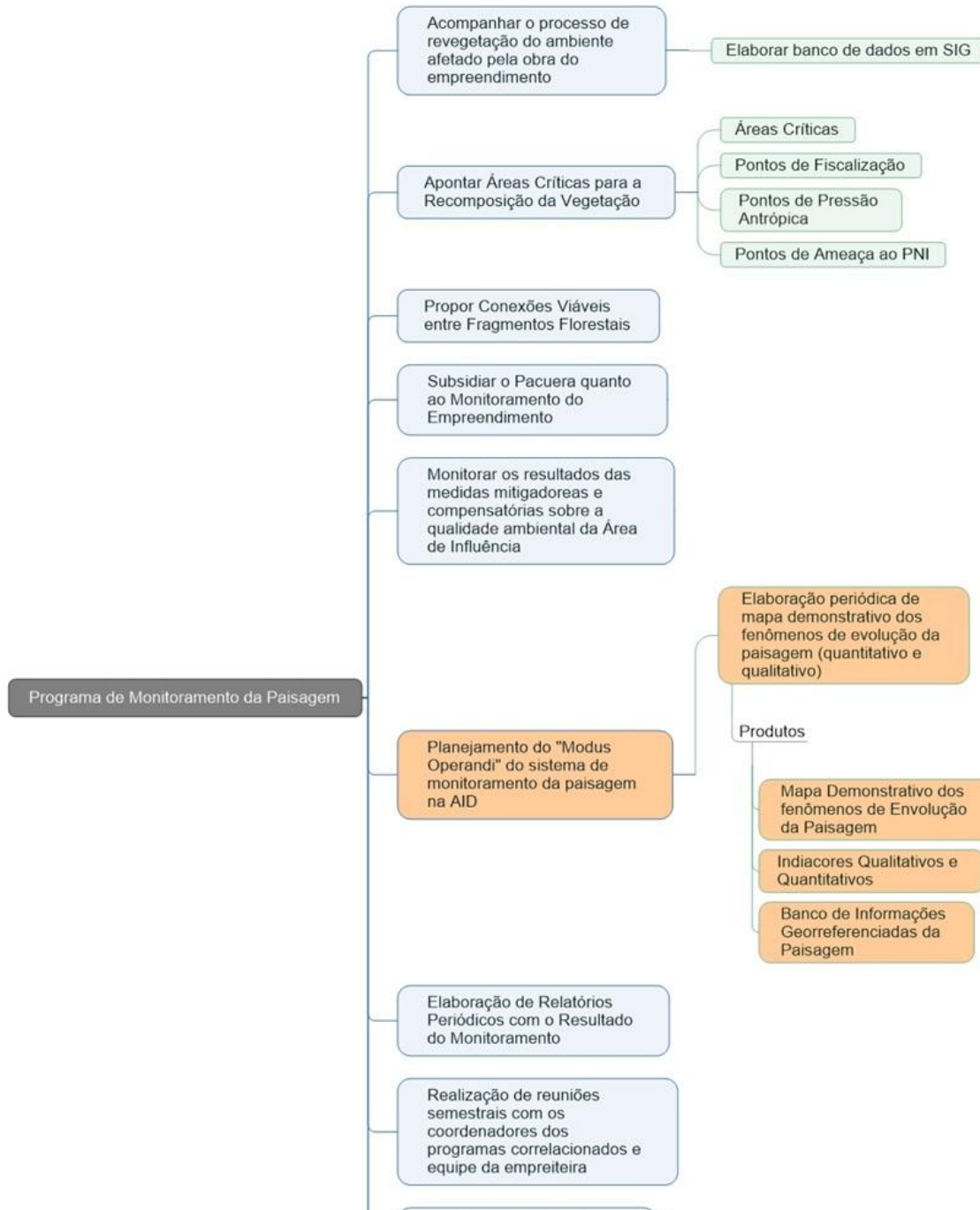


Figura 2-1 – Mapa mental do escopo do Programa de Monitoramento da Paisagem.

3 - METODOLOGIA

A metodologia deste estudo é dividida em 6 (seis) etapas: (i) definição da área de estudo; (ii) elaboração de banco de dados geoespacial; (iii) aquisição de imagens de satélite; (iv) processamento de imagens; (v) elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo e (vi) realização de mapas e análise qualitativa/quantitativa de alteração de classes de uso e ocupação do solo. A **Figura 3-1** apresenta as referidas etapas metodológicas.

3.1 - Definição da Área de Estudo

A primeira etapa do estudo foi a definição da área de estudo para balizar as análises provenientes do processamento digital de imagens. Em conformidade com o Programa de Monitoramento da Paisagem, contido no PBA, e ilustrado na **Figura 2-1**, o limite analisado consiste na Área Diretamente Afetada (AID) da UHE Baixo Iguaçu.

Conforme indicado no capítulo de Metodologia do PBA (CEBI, 2013), a definição da AID do empreendimento é:

“A Área de Influência Direta (AID), inclui as áreas que sofrerão interferências diretas, como o reservatório, acrescido de uma faixa de preservação permanente de 100m; o local das obras, tais como canteiros, áreas de empréstimo e bota-fora; um trecho de 10km do rio Iguaçu, acrescido de sua área de preservação permanente, a jusante da barragem; e uma porção do Parque Nacional do Iguaçu, em um raio aproximado de 1(um) km da foz do rio Gonçalves Dias, que sofrerá impacto direto das obras”.

A

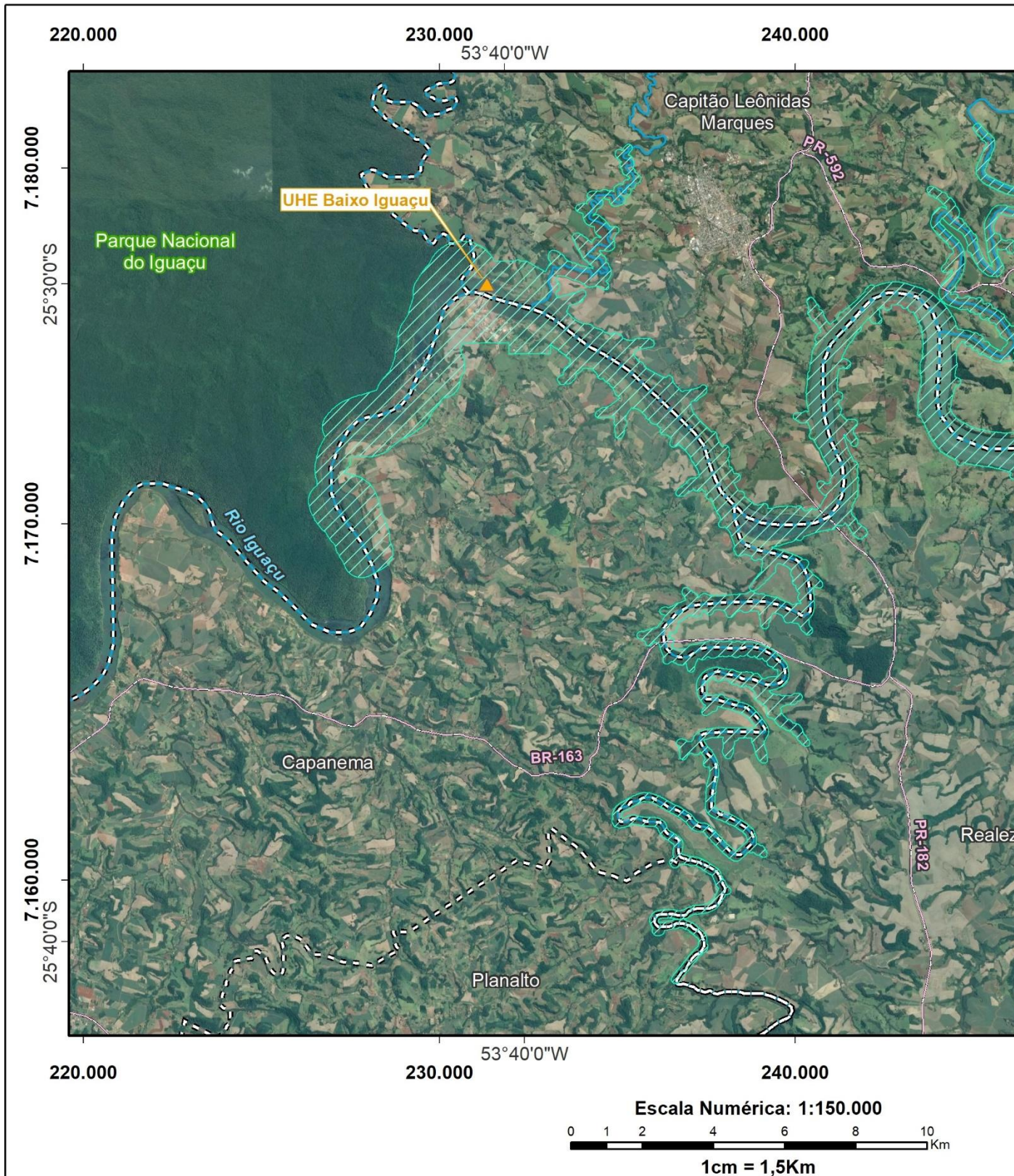


Figura 3-2 apresenta a área de estudo deste documento, correspondente a AID do empreendimento. A área total é de 7.691,88ha ou 76,92km².

3.2 - **Elaboração de Banco de Dados Geoespaciais**

Esta etapa consiste na estruturação do Banco de Dados Geoespaciais necessários para a realização das análises de evolução da paisagem. O banco de dados é composto por uma estruturação de pastas e por arquivos tipo vetor e raster correspondente à Área de Estudo, imagens de satélite e arquivos auxiliares necessários para a elaboração dos produtos cartográficos. O Banco de Dados Geoespacial é parte componente deste relatório e encontra-se no Anexo I.

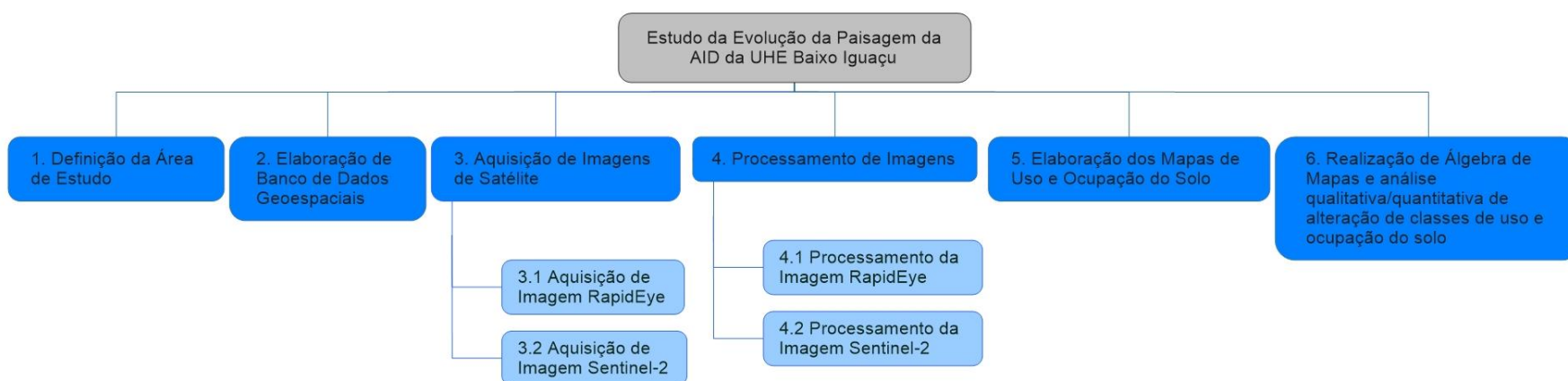


Figura 3-1 – Etapas metodológicas do Estudo de Evolução da Paisagem da AID da UHE Baixo Iguaçu

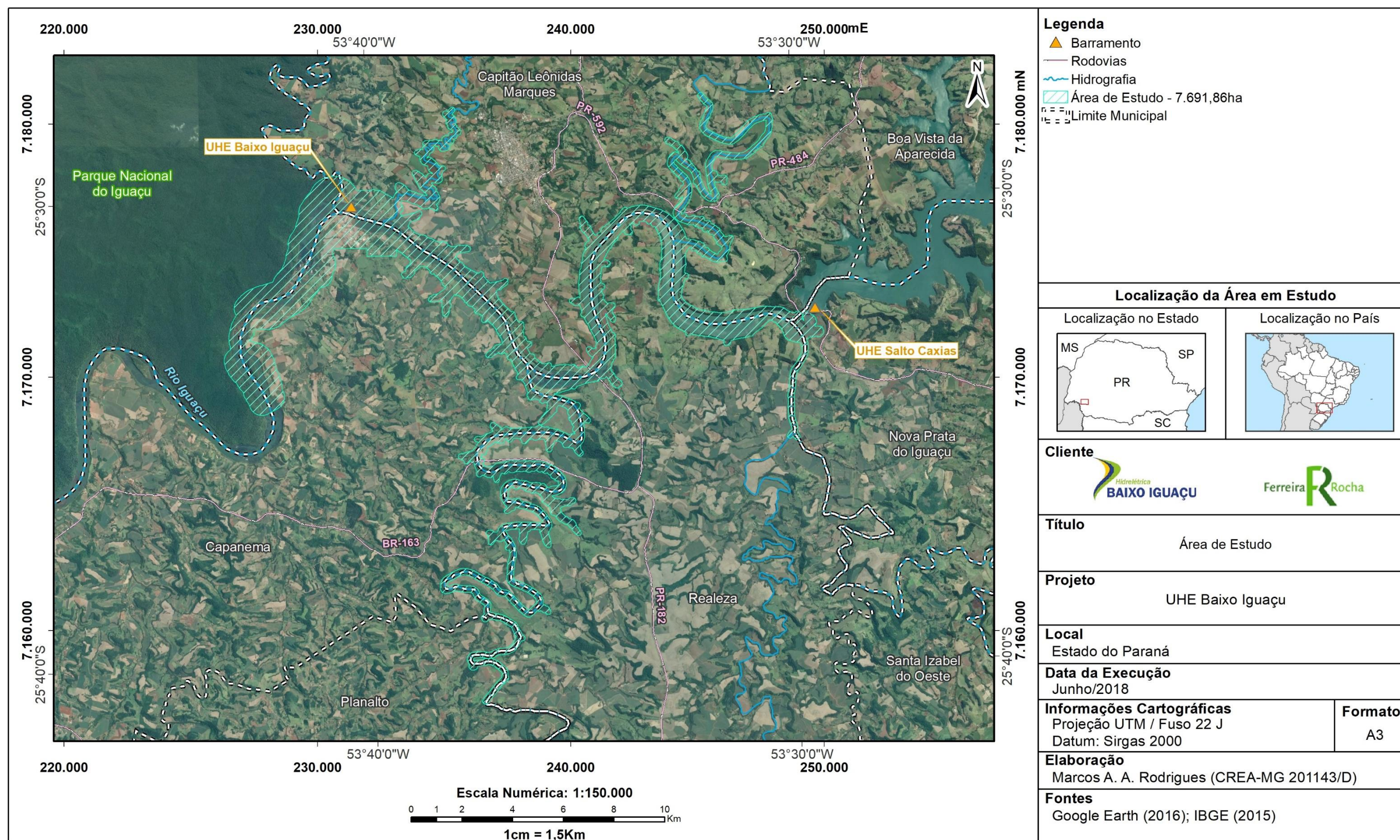


Figura 3-2 – Mapa de Localização da Área de Estudo

3.3 - Aquisição de Imagem de Satélite

A metodologia deste estudo é baseada em técnicas de processamento digital de imagem e sensoriamento remoto a partir de produtos provenientes de plataformas orbitais. A aquisição de Imagem de Satélite consiste na definição das cenas e o período de imageamento a serem adquiridos para a abrangência da AID da UHE Baixo Iguaçu.

Para o desenvolvimento deste estudo foram adquiridas uma cena por ano, entre 2012 e 2017. Cabe ressaltar que o início das obras da UHE Baixo Iguaçu foi em junho de 2013. Ou seja, o período supracitado abrange o período anterior ao início das obras até a data mais recente. Os produtos orbitais utilizados foram: RapidEye e Sentinel-2.

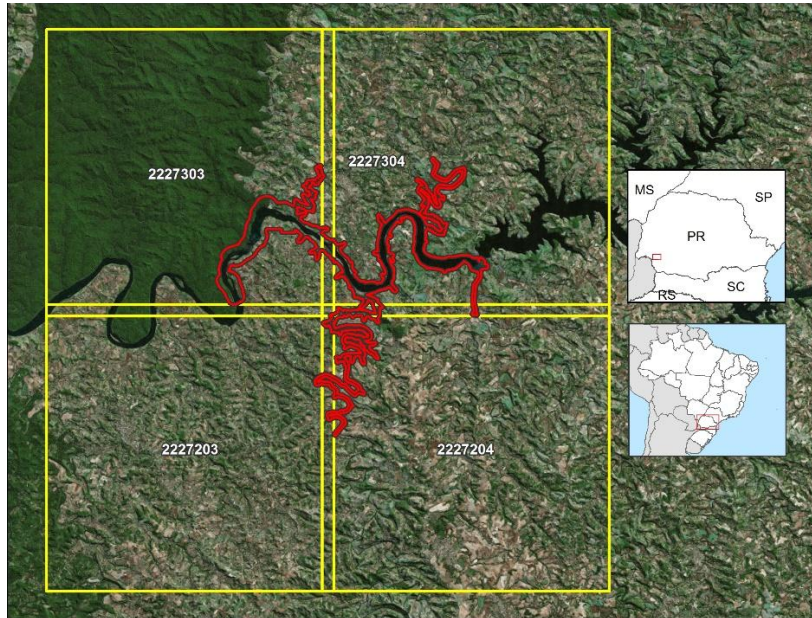
O RapidEye é um sistema alemão que opera 5 satélites lançados conjuntamente. A resolução espacial é de 5m e possui 5 bandas espectrais. O Sentinel-2 forma uma missão imageadora multispectral do Programa GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*) conjuntamente administrada pela Comunidade Europeia e a ESA, para observação da Terra, realizando coleta de dados sobre a vegetação, solos e humidade, rios e áreas costeira, e dados para correção atmosférica (absorção e distorção) em alta resolução (10 m). A **Tabela 3-1** apresenta os metadados das imagens utilizadas neste estudo:

Tabela 3-1 – Imagens de satélite utilizadas no estudo de evolução da paisagem da AID da UHE Baixo Iguaçu.

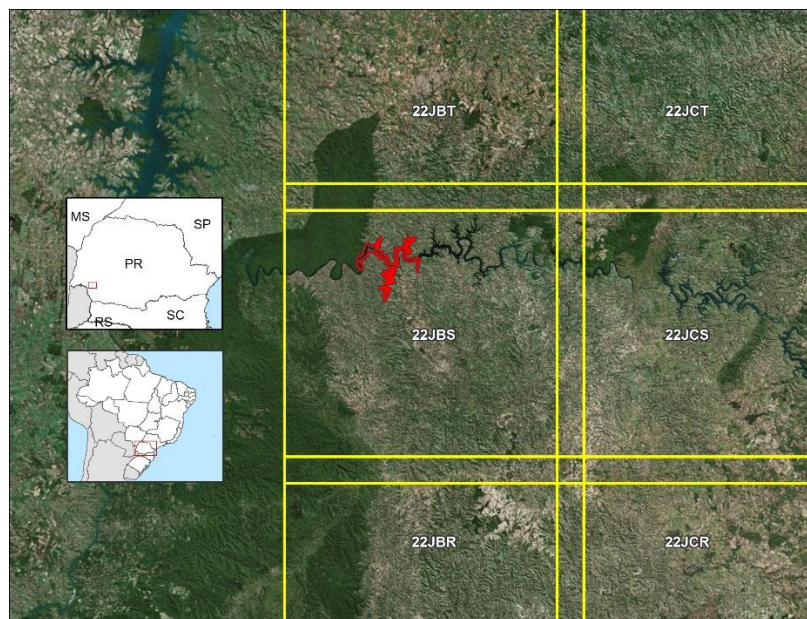
Metadados das Imagens de Satélite Utilizadas					
Ano	Satélite	Qtde. Cenas	Cena	Data de Imageamento	Bandas Espectrais
2012	RapidEye	4	2227304	02/08/2012	1, 2, 3, 4, 5
			2227303	02/08/2012	1, 2, 3, 4, 5
			2227204	28/02/2013*	1, 2, 3, 4, 5
			2227203	23/08/2012	1, 2, 3, 4, 5
2013	RapidEye	4	2227304	29/08/2013	1, 2, 3, 4, 5
			2227303	04/09/2013	1, 2, 3, 4, 5
			2227204	13/11/2013	1, 2, 3, 4, 5
			2227203	10/07/2013	1, 2, 3, 4, 5
2014	RapidEye	4	2227304	20/06/2014	1, 2, 3, 4, 5
			2227303	16/09/2014	1, 2, 3, 4, 5
			2227204	22/09/2014	1, 2, 3, 4, 5
			2227203	16/09/2014	1, 2, 3, 4, 5
2015	Sentinel-2	1	22JBS	29/09/2015	2, 3, 4, 8
2016	Sentinel-2	1	22JBS	23/09/2016	2, 3, 4, 8
2017	Sentinel-2	1	22JBS	18/09/2017	2, 3, 4, 8

*Cena com cobertura total na data mais próxima em relação ao período das outras imagens

As datas de imageamento foram escolhidas tendo como critério a não cobertura de nuvens. Cabe ressaltar que as referidas imagens de satélite, utilizadas neste estudo, são de domínio público, ou seja, gratuitas.



(a)



(b)

Figura 3-3 – Articulação das cenas Rapideye (a) e Sentinel-2 (b)

3.4 - Processamento das Imagens

As imagens de satélite são adquiridas em diferentes escalas, geometrias, épocas e condições atmosféricas. Com a finalidade de extrair informações derivadas destas imagens são necessários certos procedimentos denominados de processamento. Os processamentos utilizados neste estudo podem ser divididos em duas etapas: (i) composição das bandas espectrais e (ii) mosaico das cenas.

Ao serem adquiridas as cenas são em arquivos separados que correspondem a cada uma das bandas espectrais da imagem de satélite. O primeiro passo é agrupar estas cenas e um único arquivo para que o mesmo seja utilizado na etapa de classificação de imagem. Conforme **Tabela 3-1** foram utilizadas respectivamente 5 e 4 bandas espectrais para as imagens RapidEye e Sentinel-2.

Após a realização da composição de bandas é feito o mosaico de imagens para que se tenha o imageamento de toda a área de estudo. Conforme a **Figura 3-1**, foram utilizadas 4 cenas RapidEye, as quais foram mosaicadas. Não foi necessário proceder com o mosaico na cena Sentinel-2, pois uma única cena possui abrangência de toda área de estudo.

3.5 - Elaboração dos Mapas de Uso e Ocupação do Solo

Após o processamento, foi elaborado o mapa de uso e ocupação de solo para cada ano (2012 a 2013). O mapa de uso e ocupação do solo foi obtido através de *software* específico, utilizando o método de classificação de imagens orientada ao objeto. Para tanto é realizada a segmentação da imagem (identificação dos objetos) e posterior classificação dos mesmos. A classificação foi feita utilizando as seguintes chaves de classificação (classes):

- Canteiro de obras;
- Corpo hídrico;
- Edificações e infraestruturas;
- Pastagem;
- Silvicultura;
- Vegetação florestal, e
- Área de cultivo.

Cabe ressaltar que devido às respostas espectrais próximas dos alvos em diferentes datas das cenas é inerente ao processo de classificação de imagens os erros de classificação. Em sensoriamento remoto, estes erros são denominados “confusão de classificação”.

3.6 - Elaboração de Álgebra de Mapas e Análise Qualitativa/Quantitativa de Alterações de Classes de Uso e Ocupação do Solo

A análise de mudança qualitativa/quantitativa de alteração da paisagem foi realizada em 3 etapas a saber: (i) atribuição de valores numéricos às classes de uso e ocupação do solo; (ii) realização de álgebra de mapas e (iii) elaboração de quadro quantitativo.

A atribuição de valores numéricos às classes de uso e ocupação do solo refere-se a relacionar cada classe da chave de classificação do mapa de uso e ocupação a um valor numérico específico. Esta etapa é importante para que se possa realizar na sequência a álgebra de mapas possibilitando a análise quantitativa e qualitativa das mudanças da paisagem. Neste sentido, se atribuímos por exemplo o valor de 4 (quatro) para vegetação arbórea no ano 1 e 10 (dez) para pastagem no ano 2, o resultado 6 (seis) refere-se a alteração de uma ano para outro da alteração de vegetação arbórea para pastagem. Quantificando espacialmente todos os valores 6 (seis) é possível verificar a área desta alteração. Utilizando a mesma lógica, é possível quantificar as classes que não sofreram alterações. As **Figura 3-4** e **Figura 3-5** exemplificam o processo de álgebra de atribuição de valores e álgebra de mapas:

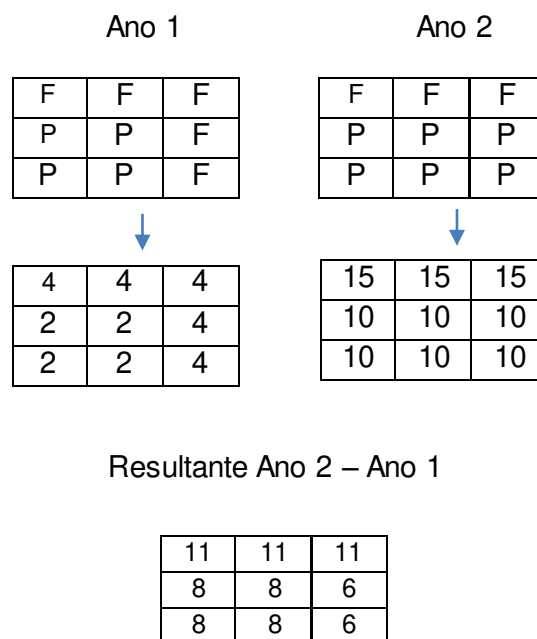


Figura 3-4 – Exemplo de álgebra de atribuição de valores e álgebras de mapas. Onde F corresponde à classe Floresta e P corresponde à classe Pastagem.

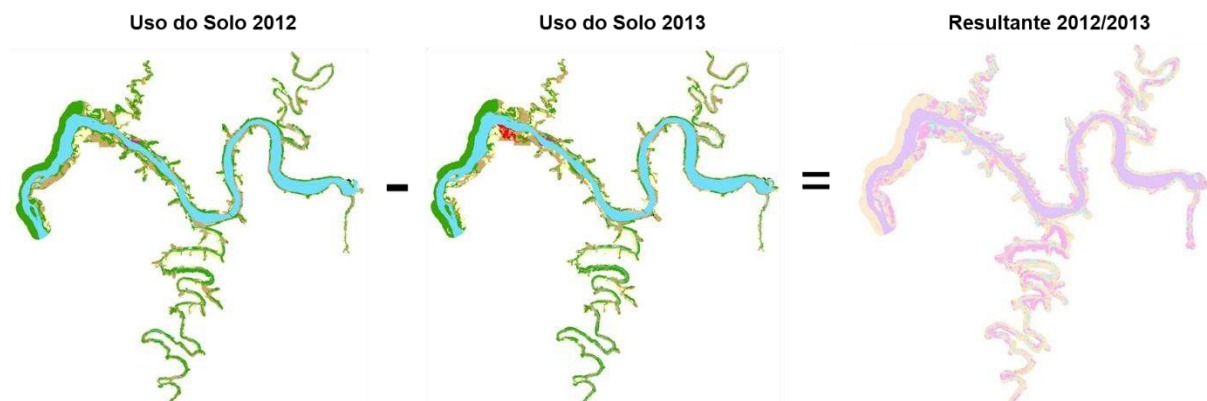


Figura 3-5 – Exemplo da variação do uso e ocupação do solo entre os anos de 2012 e 2013.



4 - RESULTADOS

Com base na metodologia explicitada no capítulo anterior, são apresentados a seguir os resultados da análise de alteração da paisagem na AID do empreendimento entre os anos de 2012 e 2017.

4.1 - Valores Numéricos

A **Figura 4-1** apresenta os valores numéricos arbitrários utilizados para a quantificação da alteração das classes de uso e ocupação do solo entre dois anos de base.

Ano Anterior \ Ano Seguinte	Área de Cultivo	Canteiro de Obra	Corpo Hídrico	Edificações e Infraestrutura	Pastagem	Silvicultura	Vegetação Florestal
Área de Cultivo	18	17	16	15	14	13	12
Canteiro de Obra	28	27	26	25	24	23	22
Corpo Hídrico	38	37	36	35	34	33	32
Edificações e Infraestrutura	48	47	46	45	44	43	42
Pastagem	58	57	56	55	54	53	52
Silvicultura	68	67	66	65	64	63	62
Vegetação Florestal	78	77	76	75	74	73	72

Sentido na mudança na cobertura do solo:  → 


 Se manteve a mesma cobertura

Figura 4-1 – Valores numéricos arbitrários utilizados para a análise de monitoramento da paisagem da AID da UHE Baixo Iguaçu.

4.2 - Uso e Ocupação do Solo

A seguir são apresentados os mapas de uso e ocupação do solo para anos de 2012 a 2017 (**Figura 4-2** a **Figura 4-7**). Os quantitativos de uso e ocupação do solo são apresentados na sequência nas **Tabela 4-1** a **Tabela 4-6**.

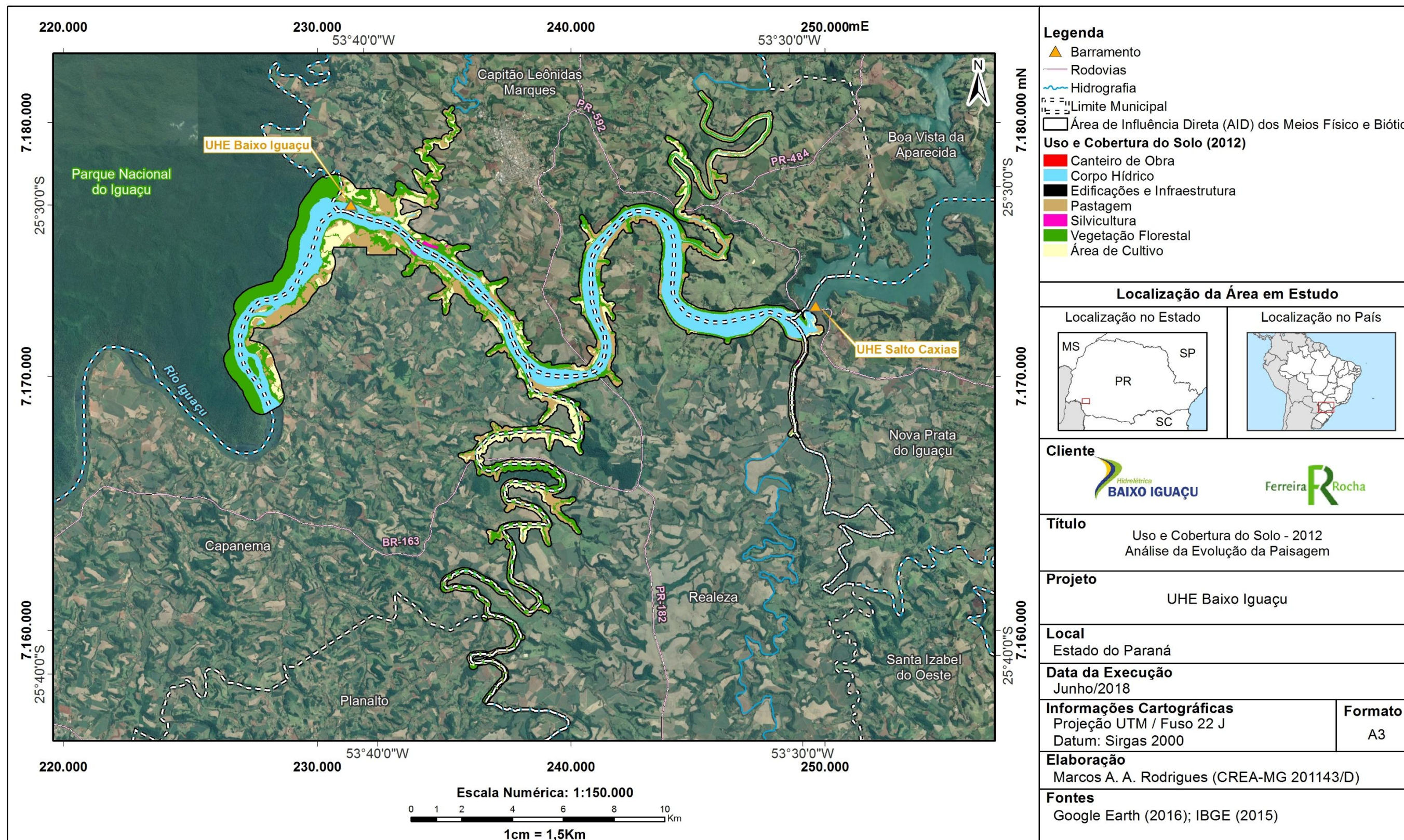


Figura 4-2 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo para o ano de 2012

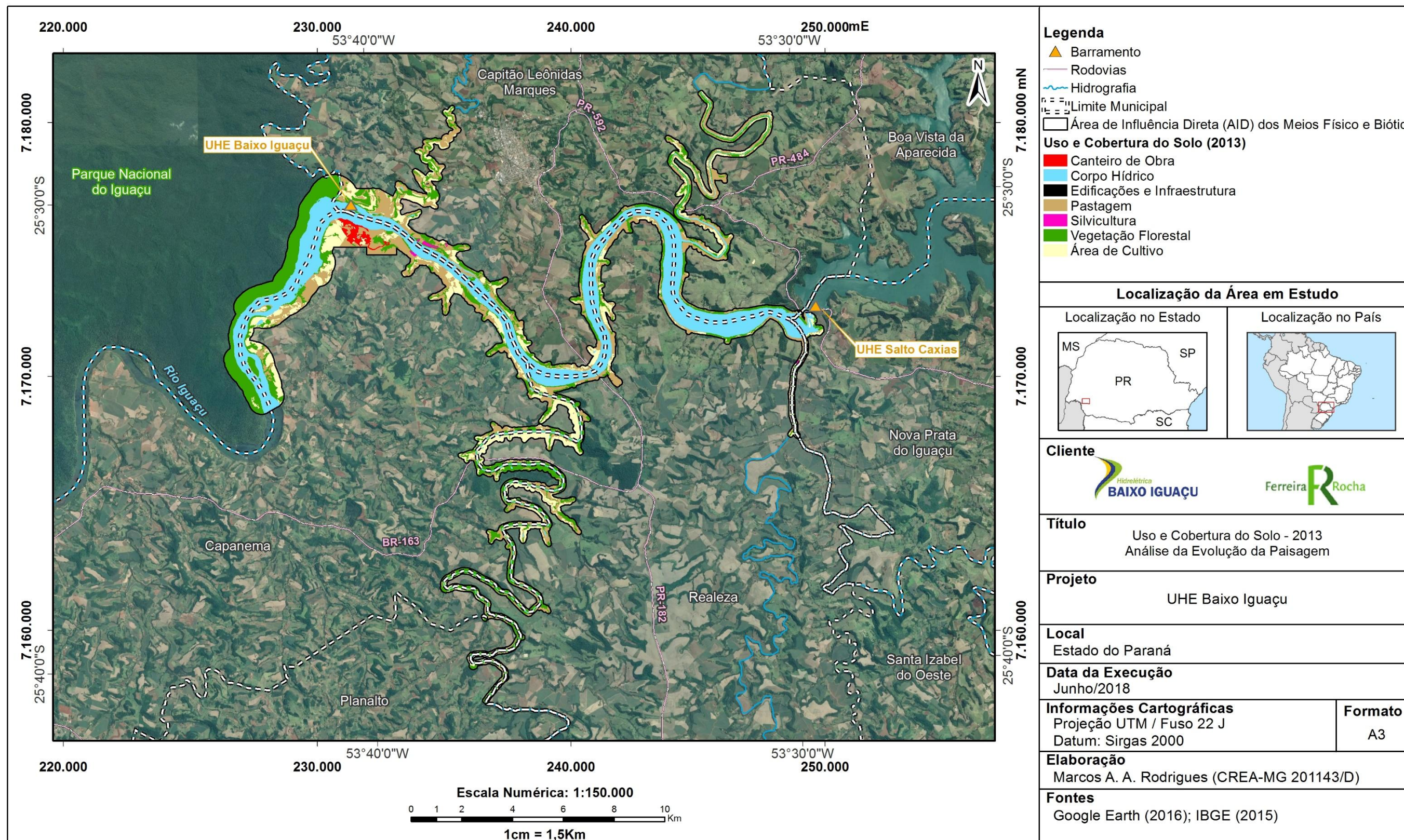


Figura 4-3 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo para o ano de 2013

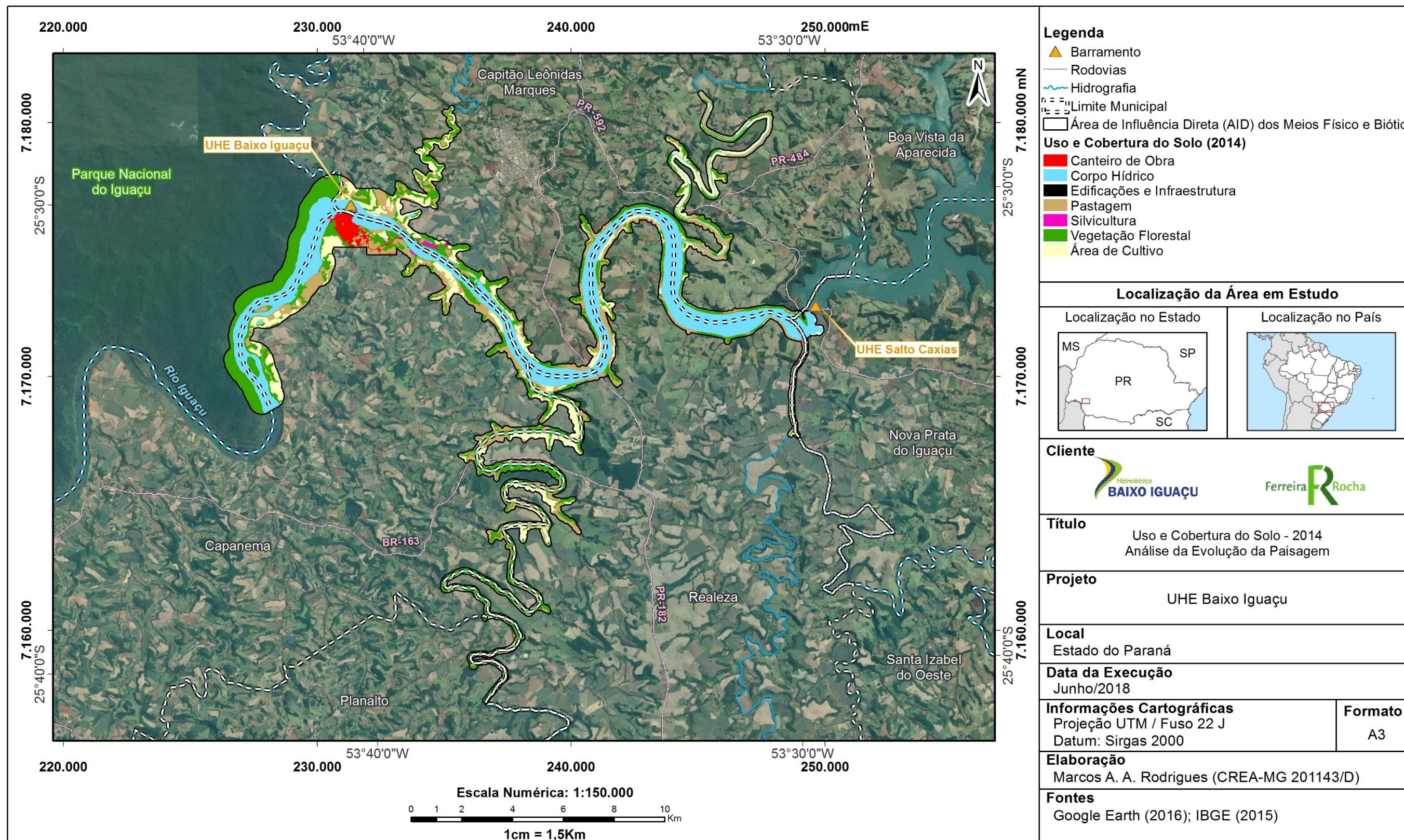


Figura 4-4 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo para o ano de 2014

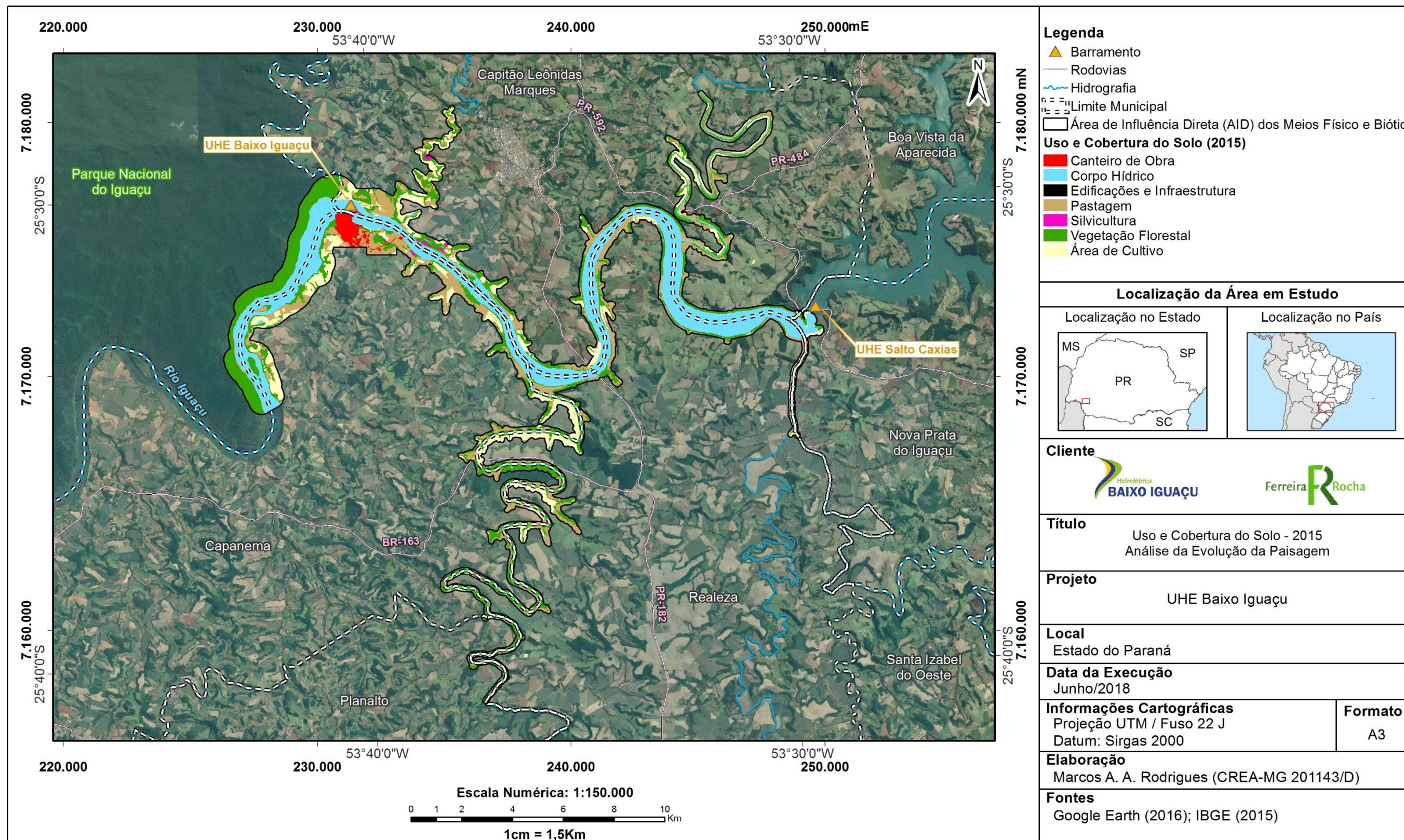


Figura 4-5 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo para o ano de 2015

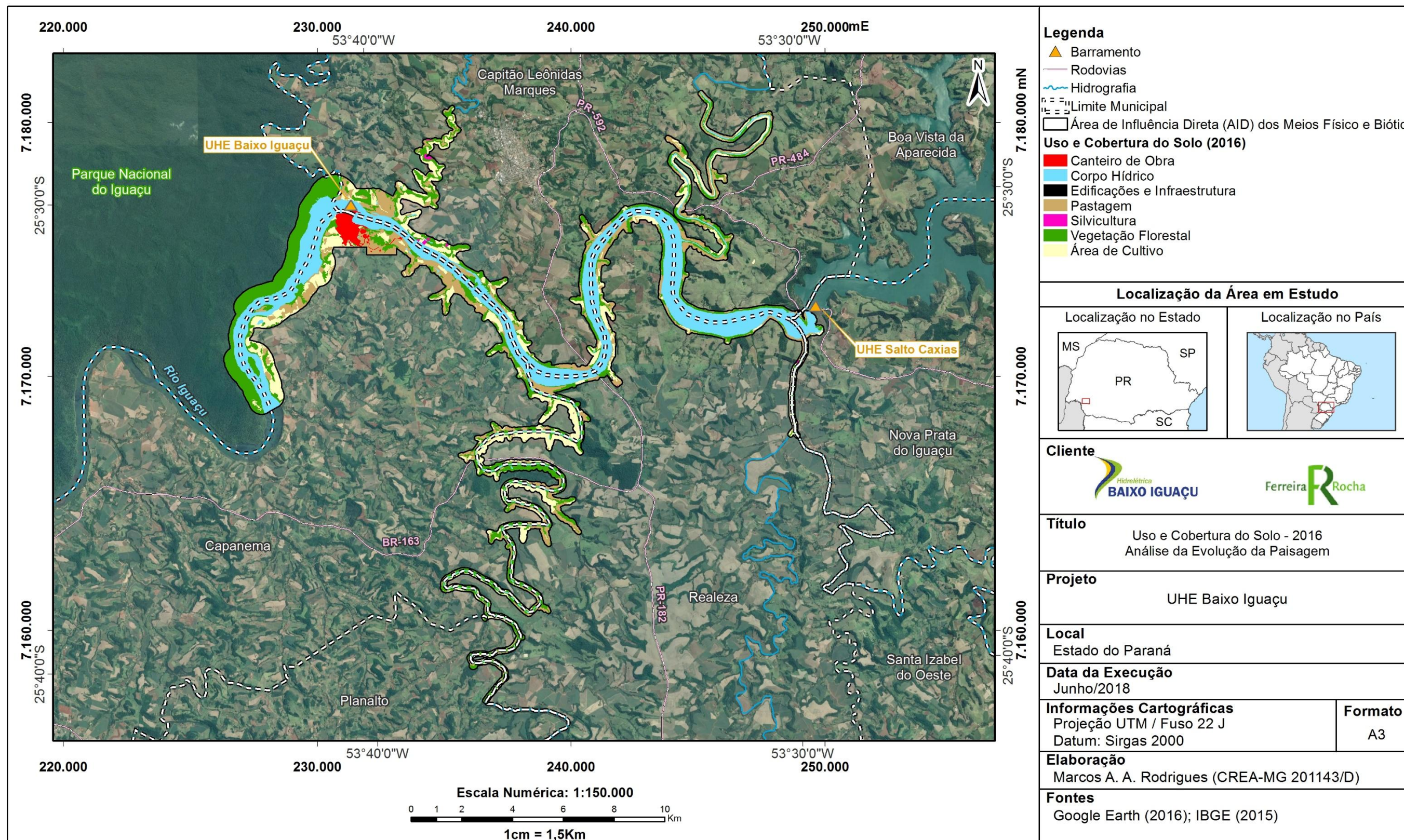


Figura 4-6 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo para o ano de 2016

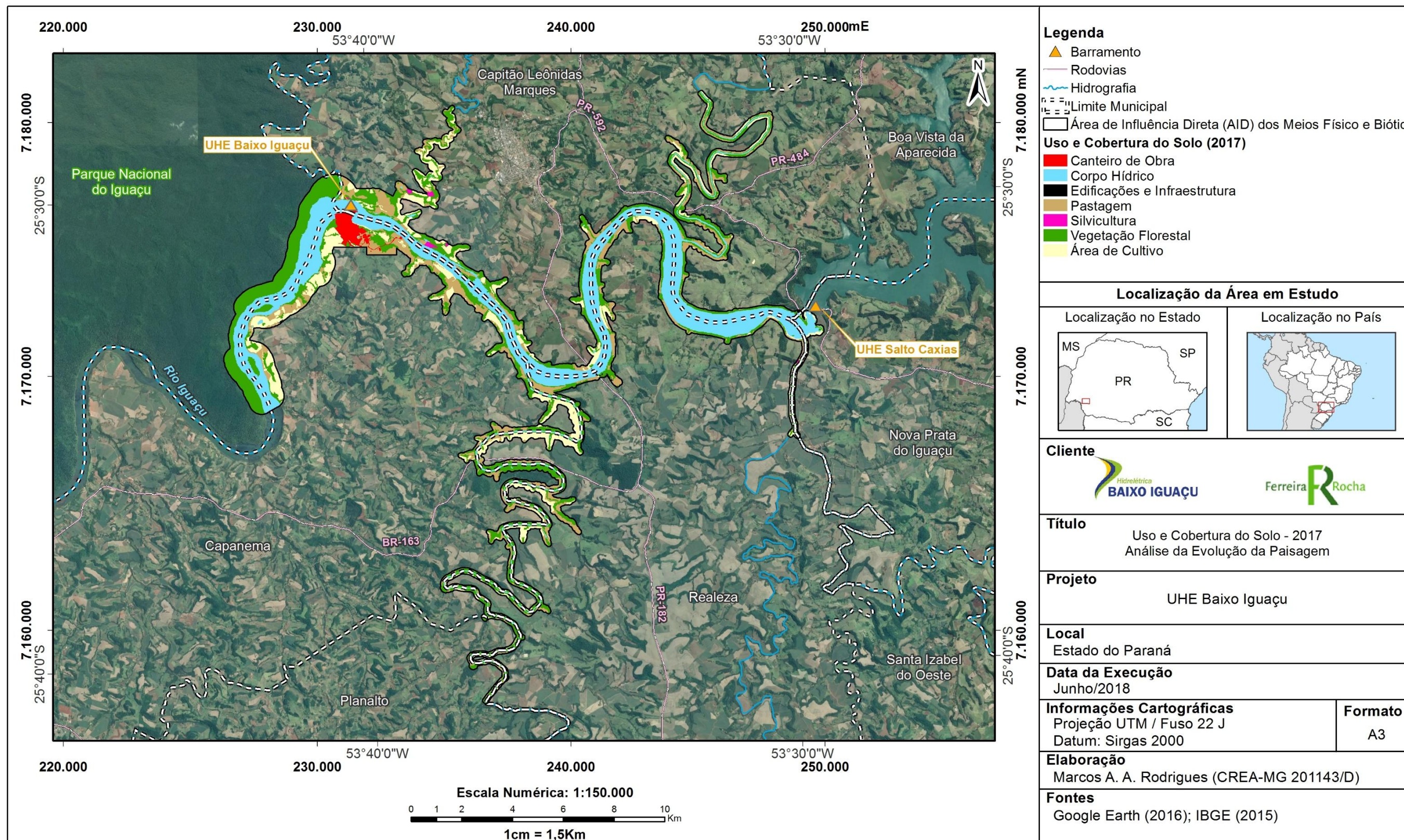


Figura 4-7 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo para o ano de 2017

Tabela 4-1 – Quantitativo de Uso e Ocupação do Solo – ano de 2012

Classe	Área (ha)	%
Área de Cultivo	1.021,45	13,28
Corpo Hídrico	2.457,04	31,94
Edificações e Infraestrutura	8,36	0,11
Pastagem	1.633,64	21,24
Silvicultura	12,60	0,16
Vegetação Florestal	2.558,77	33,27
Total da AID	7.691,86	100,00

Tabela 4-2 – Quantitativo de Uso e Ocupação do Solo – ano de 2013

Classe	Área (ha)	%
Área de Cultivo	1.291,25	16,79
Canteiro de Obra	59,73	0,78
Corpo Hídrico	2.521,60	32,78
Edificações e Infraestrutura	7,63	0,10
Pastagem	1.754,44	22,80
Silvicultura	13,49	0,18
Vegetação Florestal	2.043,72	26,57
Total da AID	7.691,86	100,00

Tabela 4-3 - Quantitativo de Uso e Ocupação do Solo – ano de 2014

Classe	Área (ha)	%
Área de Cultivo	1.311,44	17,05
Canteiro de Obra	117,96	1,53
Corpo Hídrico	2.498,14	32,48
Edificações e Infraestrutura	4,93	0,06
Pastagem	1.458,49	18,96
Silvicultura	15,13	0,20
Vegetação Florestal	2.285,77	29,72
Total da AID	7.691,86	100,00

Tabela 4-4 - Quantitativo de Uso e Ocupação do Solo – ano de 2015

Classe	Área (ha)	%
Área de Cultivo	1.224,52	15,92
Canteiro de Obra	112,56	1,46
Corpo Hídrico	2.518,19	32,74
Edificações e Infraestrutura	8,53	0,11
Pastagem	1.497,39	19,47
Silvicultura	22,68	0,29
Vegetação Florestal	2.307,99	30,01
Total da AID	7.691,86	100,00

Mudança na Cobertura do Solo	Área (ha)	Percentual da Área Mudada em Relação à AID
Permanece como Corpo Hídrico	2382,13	30,97
Corpo Hídrico para Canteiro de Obra	0,35	0,00
Edificações e Infraestrutura para Vegetação Florestal	0,39	0,01
Edificações e Infraestrutura para Pastagem	2,77	0,04
Permanece como Edificações e Infraestrutura	3,80	0,05
Pastagem para Vegetação Florestal	160,22	2,08
Pastagem para Silvicultura	1,17	0,02
Permanece como Pastagem	1001,92	13,03
Pastagem para Edificações e Infraestrutura	0,68	0,01
Pastagem para Corpo Hídrico	11,07	0,14
Pastagem para Canteiro de Obra	34,22	0,44
Pastagem para Área de Cultivo	426,55	5,55
Silvicultura para Vegetação Florestal	1,85	0,02
Permanece como Silvicultura	10,10	0,13
Silvicultura para Pastagem	0,39	0,01
Permanece como Vegetação Florestal	1758,19	22,86
Vegetação Florestal para Silvicultura	1,67	0,02
Vegetação Florestal para Pastagem	484,83	6,30
Vegetação Florestal para Edificações e Infraestrutura	1,08	0,01
Vegetação Florestal para Canteiro de Obra	15,13	0,20
Vegetação Florestal para Área de Cultivo	168,98	2,20
Confusão de Classificação	198,95	2,59
TOTAL DA AID	7691,88	100,00

Os principais pontos a se destacar entre os anos de 2012 e 2013 é o início das obras do empreendimento com a instalação do canteiro de obras e intervenções no rio Iguaçu para o lançamento da enseadeira de primeira fase. Neste sentido, é importante destacar as mudanças observadas de 10,03ha referente a áreas de cultivo que foram alteradas para canteiros de obras e de 0,35ha de corpo hídrico para canteiro de obras.

Outro ponto a se destacar são possíveis perdas de áreas florestais para atividades agrícolas. Mesmo que tenha sido identificado regenerações florestais ocorridas na AID, totalizando 233,45ha o saldo é negativo, pois pode-se também ser observado uma perda de cobertura florestal de 487,58ha principalmente no que se refere a mudança de vegetação florestal para pastagens. De forma espacial, este processo aconteceu ao longo de toda a AID, principalmente nas bordas de áreas já agrícolas o que demonstra uma expansão e pressão dos fragmentos florestais existentes.

Tabela 4-8 - Resultado da mudança do uso e cobertura vegetal da AID do empreendimento (2013 para 2014)

Mudança na Cobertura do Solo	Área (ha)	Percentual da Área Mudada em Relação à AID
Área de Cultivo para Vegetação Florestal	146,79	1,91
Área de Cultivo para Silvicultura	0,09	0,00
Área de Cultivo para Pastagem	349,69	4,55
Área de Cultivo para Edificações e Infraestrutura	0,31	0,00
Área de Cultivo para Canteiro de Obra	19,92	0,26
Permanece como Área de Cultivo	758,33	9,86
Canteiro de Obra para Vegetação Florestal	2,78	0,04
Canteiro de Obra para Pastagem	9,08	0,12
Canteiro de Obra para Corpo Hídrico	0,09	0,00
Permanece como Canteiro de Obra	47,68	0,62
Canteiro de Obra para Área de Cultivo	0,11	0,00
Corpo Hídrico para Edificações e Infraestrutura	0,34	0,00
Permanece como Corpo Hídrico	2360,46	30,69
Corpo Hídrico para Canteiro de Obra	25,92	0,34
Edificações e Infraestrutura para Pastagem	1,35	0,02
Permanece como Edificações e Infraestrutura	2,86	0,04
Edificações e Infraestrutura para Área de Cultivo	1,31	0,02
Pastagem para Vegetação Florestal	388,02	5,04
Pastagem para Silvicultura	1,11	0,01
Permanece como Pastagem	909,94	11,83
Pastagem para Edificações e Infraestrutura	1,27	0,02
Pastagem para Canteiro de Obra	23,52	0,31
Pastagem para Área de Cultivo	409,61	5,33
Silvicultura para Vegetação Florestal	1,50	0,02
Permanece como Silvicultura	11,45	0,15
Silvicultura para Pastagem	0,36	0,00
Permanece como Vegetação Florestal	1662,19	21,61
Vegetação Florestal para Silvicultura	2,49	0,03
Vegetação Florestal para Pastagem	152,69	1,99
Vegetação Florestal para Edificações e Infraestrutura	0,17	0,00
Vegetação Florestal para Canteiro de Obra	0,94	0,01
Vegetação Florestal para Área de Cultivo	125,83	1,64
Confusão de Classificação	273,68	3,56
TOTAL DA AID	7691,88	100,00

Este período analisado corresponde ao evento de rompimento da enseadeira de primeira fase ocorrido em junho/2014 e suas consequências na alteração da paisagem. Cabe ressaltar que o rompimento se deu devido a um evento natural de chuvas e cheia intensa na bacia do rio Iguaçu e pela abertura dos extravasores da UHE Salto Caxias. Os pontos a se destacar neste período é um saldo positivo nas áreas de reflorestamento florestal ao longo de toda a AID, bem como a alteração de áreas ocorrida entre canteiro de obras e rio Iguaçu, proveniente do evento supracitado.

Tabela 4-9 - Resultado da mudança do uso e cobertura vegetal da AID do empreendimento (2014 para 2015).

Mudança na Cobertura do Solo	Área (ha)	Percentual da Área Mudada em Relação à AID
Área de Cultivo para Vegetação Florestal	120,05	1,56
Área de Cultivo para Silvicultura	0,01	0,00
Área de Cultivo para Pastagem	282,83	3,68
Área de Cultivo para Edificações e Infraestrutura	1,47	0,02
Área de Cultivo para Canteiro de Obra	1,72	0,02
Permanece como Área de Cultivo	885,44	11,51
Canteiro de Obra para Vegetação Florestal	2,36	0,03
Canteiro de Obra para Pastagem	8,43	0,11
Permanece como Canteiro de Obra	101,00	1,31
Canteiro de Obra para Área de Cultivo	0,90	0,01
Corpo Hídrico para Silvicultura	0,00	0,00
Permanece como Corpo Hídrico	2347,99	30,53
Edificações e Infraestrutura para Pastagem	0,05	0,00
Permanece como Edificações e Infraestrutura	3,59	0,05
Pastagem para Silvicultura	0,63	0,01
Permanece como Pastagem	903,16	11,74
Pastagem para Edificações e Infraestrutura	1,97	0,03
Pastagem para Corpo Hídrico	36,40	0,47
Pastagem para Canteiro de Obra	5,13	0,07
Pastagem para Área de Cultivo	234,60	3,05
Silvicultura para Vegetação Florestal	5,84	0,08
Permanece como Silvicultura	8,61	0,11
Silvicultura para Pastagem	0,27	0,00
Silvicultura para Área de Cultivo	0,27	0,00
Permanece como Vegetação Florestal	1779,75	23,14
Vegetação Florestal para Silvicultura	13,24	0,17
Vegetação Florestal para Pastagem	285,56	3,71
Vegetação Florestal para Edificações e Infraestrutura	1,21	0,02
Vegetação Florestal para Canteiro de Obra	2,11	0,03
Vegetação Florestal para Área de Cultivo	93,80	1,22
Confusão de Classificação	563,49	7,33
TOTAL DA AID	7691,88	100,00

O período compreendido entre 2014 e 2015 corresponde à paralização das obras civis e à desmobilização dos funcionários. Este período correspondeu às ações administrativas necessárias para a retomada das obras e fica evidenciado pela pouca alteração do uso e classificação do solo na área do canteiro de obras. No entanto, é possível verificar uma pressão ao longo de toda AID sobre os fragmentos florestais, os quais sofreram alterações para atividades agrícolas.

Tabela 4-10 - Resultado da mudança do uso e cobertura vegetal da AID do empreendimento (2015 para 2016).

Mudança na Cobertura do Solo	Área (ha)	Percentual da Área Mudada em Relação à AID
Área de Cultivo para Silvicultura	0,12	0,00
Área de Cultivo para Pastagem	142,91	1,86
Área de Cultivo para Edificações e Infraestrutura	1,13	0,01
Área de Cultivo para Canteiro de Obra	0,83	0,01
Permanece como Área de Cultivo	998,17	12,98
Canteiro de Obra para Vegetação Florestal	1,46	0,02
Canteiro de Obra para Pastagem	5,74	0,07
Canteiro de Obra para Corpo Hídrico	1,04	0,01
Permanece como Canteiro de Obra	99,36	1,29
Corpo Hídrico para Edificações e Infraestrutura	0,17	0,00
Permanece como Corpo Hídrico	2411,51	31,35
Corpo Hídrico para Canteiro de Obra	4,90	0,06
Permanece como Edificações e Infraestrutura	4,83	0,06
Edificações e Infraestrutura para Área de Cultivo	1,81	0,02
Pastagem para Vegetação Florestal	194,81	2,53
Pastagem para Silvicultura	0,05	0,00
Permanece como Pastagem	1040,13	13,52
Pastagem para Edificações e Infraestrutura	1,00	0,01
Pastagem para Canteiro de Obra	9,10	0,12
Pastagem para Área de Cultivo	232,98	3,03
Permanece como Silvicultura	11,06	0,14
Silvicultura para Pastagem	0,14	0,00
Silvicultura para Área de Cultivo	4,47	0,06
Permanece como Vegetação Florestal	1832,01	23,82
Vegetação Florestal para Silvicultura	2,34	0,03
Vegetação Florestal para Pastagem	186,43	2,42
Vegetação Florestal para Edificações e Infraestrutura	0,96	0,01
Vegetação Florestal para Canteiro de Obra	0,38	0,00
Vegetação Florestal para Área de Cultivo	177,01	2,30
Confusão de Classificação	325,03	4,23
TOTAL DA AID	7691,88	100,00

O período entre 2015 e 2016 é caracterizado pela retomada das obras civis e pela alteração na área do canteiro de obras. Este fato é evidenciado pela tabela acima no que se refere aos 0,83ha de áreas de cultivos que se alteraram para canteiro de obras. Ou ponto a se destacar foi o lançamento da nova ensecadeira de primeira fase o que fica evidenciado nas alterações entre as classes de canteiro de obras e corpo hídrico.

De maneira geral a AID segue a dinâmica dos anos anteriores com a redução das áreas de vegetação florestal para as atividades agrícolas. Entre os anos de 2015 e 2016 esta alteração foi de aproximadamente 370ha.

Tabela 4-11 - Resultado da mudança do uso e cobertura vegetal da AID do empreendimento (2016 para 2017).

Mudança na Cobertura do Solo	Área (ha)	Percentual da Área Mudada em Relação à AID
Área de Cultivo para Silvicultura	3,50	0,05
Área de Cultivo para Pastagem	200,67	2,61
Área de Cultivo para Edificações e Infraestrutura	0,68	0,01
Área de Cultivo para Canteiro de Obra	2,74	0,04
Permanece como Área de Cultivo	990,89	12,88
Permanece como Canteiro de Obra	107,85	1,40
Permanece como Corpo Hídrico	2453,81	31,90
Corpo Hídrico para Canteiro de Obra	0,61	0,01
Edificações e Infraestrutura para Pastagem	1,04	0,01
Permanece como Edificações e Infraestrutura	5,84	0,08
Edificações e Infraestrutura para Área de Cultivo	0,53	0,01
Pastagem para Vegetação Florestal	297,12	3,86
Pastagem para Silvicultura	1,60	0,02
Permanece como Pastagem	916,91	11,92
Pastagem para Edificações e Infraestrutura	0,94	0,01
Pastagem para Canteiro de Obra	6,73	0,09
Pastagem para Área de Cultivo	160,38	2,09
Silvicultura para Vegetação Florestal	3,38	0,04
Permanece como Silvicultura	2,75	0,04
Silvicultura para Pastagem	1,93	0,03
Silvicultura para Área de Cultivo	5,17	0,07
Permanece como Vegetação Florestal	1913,62	24,88
Vegetação Florestal para Silvicultura	11,68	0,15
Vegetação Florestal para Pastagem	120,58	1,57
Vegetação Florestal para Edificações e Infraestrutura	0,98	0,01
Vegetação Florestal para Canteiro de Obra	0,28	0,00
Vegetação Florestal para Área de Cultivo	56,19	0,73
Confusão de Classificação	423,48	5,51
Total da AID	7691,88	100,00

O período de 2016 para 2017 marca a continuidade da execução das obras civis, sem grandes alterações de classes na área do canteiro de obras. É possível notar também uma redução da taxa de pressão sobre os fragmentos florestais quando comparado com os dados comparativos dos anos anteriores. Este fato pode estar relacionado com a execução dos Programas Ambientais da UHE Baixo Iguaçu.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório teve como objetivo analisar de forma qualitativa e quantitativa as alterações da paisagem na AID da UHE Baixo Iguaçu. Esta avaliação é parte do escopo do Programa de Monitoramento da Paisagem constante no PBA do referido empreendimento.

Para a avaliação foi utilizado técnicas de processamento digital de imagem e sensoriamento remoto que permitiu, através de classificação de imagens Sentinel-2 e RapidEye avaliar a evolução do uso do solo para os anos compreendidos entre 2012 (posterior ao início das obras) e 2017 (período mais recente). Cabe ressaltar que em junho de 2014 houve um evento natural de cheias que ocasionou o rompimento da ensecadeira de primeira fase localizado na margem esquerda do rio Iguaçu. As alterações provocadas por este evento e a posterior retomada das obras, já em 2016, foram identificadas nos usos do solo analisados.

De maneira geral, não há outros eventos específicos de alteração ao longo da AID do empreendimento. O padrão geral é o retrato do Brasil rural, que corresponde à pressão antrópica dos fragmentos florestais para o incremento de áreas para atividade agrícola. É possível verificar as alterações ocorrem de um ano para o outro nas bordas das áreas agrícolas.

A recente aquisição e cercamento da APP por parte do CEBI, bem como a aquisição de áreas remanescentes para a compensação florestal referente ao artigo 17 da Lei Federal 11.428/2016, tende a minimizar, mitigar e compensar o efeito deste impacto antrópico. Além disto, o PBA prevê um programa específico para a implantação de um corredor de para a conservação da biodiversidade, interligando o Parque Nacional do Iguaçu (PNI) com outros fragmentos florestais, através do enriquecimento florestal da APP e de fragmentos remanescentes.

Com o intuito de mensurar a efetividade das ações de compensação florestal que já estão sendo feitas pelo empreendedor, propõe-se a continuidade da avaliação periódica da evolução da paisagem na AID do empreendimento. Para isto, recomenda-se uma avaliação de alteração quantitativa e qualitativa de uso e ocupação do solo uma vez por ano, utilizando para tanto imagens orbitais de período seco, por possuírem menor cobertura de nuvens.

6 - EQUIPE TÉCNICA

O apresenta a equipe técnica responsável pela elaboração deste relatório.

Tabela 6-1 – Equipe técnica responsável pela elaboração deste relatório.

Profissional	Função	Formação	Registro Profissional
Thiago de Alencar Silva	Responsável pela consolidação das análises e pela elaboração do relatório	Geógrafo, PhD em Análise Ambiental, MSc. em Análise Ambiental e MBA Gestão Estratégica de Projetos (PMP®)	CREA/ES 9619-D
Marcos Antônio de Almeida Rodrigues	Responsável técnico pelas análises de geoprocessamento	Geógrafo, especialista em Geoprocessamento	CREA/MG 201143-D