



especialistas em recursos hídricos

São Paulo, 27 de fevereiro de 2023

**Fundação Renova**

Av. Getúlio Vargas, 671 - 4º andar  
Funcionários - Belo Horizonte - 30112-021  
<http://www.fundacaorenova.org/>

**Memorando técnico**

Enviado por e-mail para: <hana.fernandes@fundacaorenova.org>;  
<fabio.pereira@fundacaorenova.org>; <izabelle.almeida.crtf@fundacaorenova.org>;  
<melina.alencar@fundacaorenova.org>;  
<fernando.guimaraes.crtf@fundacaorenova.org>

**Atenção:** Hana Dalila Fernandes; Fabio Zacarias Pereira; Izabelle Juliana Da Silva Almeida;  
Melina Marsaro Alencar; Fernando Alves Guimaraes.

**Assunto:** **Memorando técnico 2: Comentários sobre as observações de campo – Revisão 2 (e-mail “ENC: Critérios Novos trechos – Renaturalização”)**

---

**1. Contexto**

A NHC tem prestado serviços de consultoria técnica especializada para a Fundação Renova (Renova) em obras de recuperação de rios, restauração de habitats físicos e programas de manejo de rejeitos e sedimentos. Como parte do escopo do trabalho, a NHC foi requisitada a analisar e sugerir áreas prioritárias para expansão de atividades e intervenções que buscam a recuperação e melhoria das características físicas/morfológicas e, conseqüentemente, da biodiversidade local, por exemplo o projeto de renaturalização (APLYSIA, 2019, 2021).

Em 27 de outubro de 2022 foi entregue o relatório “Avaliação inicial de áreas prioritárias a receberem intervenções para recuperação de habitats – Revisão 06” (NHC, 2022a). O estudo se baseou em nas informações da característica física do leito dos rios, em específico a presença de habitats físicos para o ano de 2021 (NHC, 2022b) para seleção de áreas nos rios principais (seleção de segmentos em que a diversidade de habitats físicos menor que o valor médio de referência). O uso de informações das características físicas dos rios (sumarizadas pelos habitats físicos) se deu com base no embasamento teórico sobre os processos de recuperação de rios (MONTGOMERY & BUFFINGTON, 1997,1998; WEGSCHEIDER et. al, 2020; CURTIS & GUERRERO, 2015; RINALDI et. al, 2015), que indicam que retorno das condições físicas dos rios à uma situação similar ao momento pré-rompimento seria um forte indicador de o sistema fluvial estaria apto e forneceria condições ao retorno da vida em abundância e diversidade similares à de momentos anteriores ao rompimento. Também foram considerados fatores como facilidade de acesso ao local, diversidade e alternância de habitats, ocorrência de margem e/ou leito rochoso, e presença de estruturas de renaturalização já implantadas.

A seleção de tributários foi realizada considerando critérios de conectividade hidráulica, alteração do traçado e aqueles localizados na área de abrangência dos segmentos a serem renaturalizados nos rios principais.

O estudo recomendou a implantação de atividades de recuperação de habitats e renaturalização em dois segmentos de aproximadamente 1,0 km cada, localizados no RK-70 e RK-100 (trechos T09 e T08, respectivamente)<sup>1</sup>. Também foi recomendada atividades de recuperação de habitats e renaturalização em cinco tributários (TG11, TG16, TG26, TG29 e TG40). Todas as análises foram realizadas em escritório, sendo apontado a necessidade de realização de etapa posterior de verificação em campo.

A empresa Aplysia Soluções Ambientais, consultora da Renova, projetista e responsável pela implantação das atividades de renaturalização já implantadas no rio Gualaxo do Norte (APLYSIA, 2019, 2021), realizou inspeção de campo nos locais recomendados e outros locais ao longo do rio Gualaxo do Norte<sup>2</sup>. Entre dezembro de 2022 e fevereiro de 2023 foram realizadas trocas de informações entre Aplysia e NHC, mediadas pela Fundação Renova, para alinhamento técnico sobre a recomendação das áreas a serem consideradas para a expansão das atividades de renaturalização.

Conforme solicitado pela Fundação Renova, o presente documento apresenta as principais conclusões do alinhamento técnico realizado.

## 2. Objetivos do estudo deste memorando

O objetivo geral do estudo é suportar eventual expansão das atividades de renaturalização, identificando a extensão das áreas eletivas à intervenções no trecho a montante do reservatório de Candonga (T06 ao T11) com base nas características geomorfológicas e de presença de habitats.

### 2.1. Objetivos deste memorando

O objetivo geral deste memorando é apresentar as principais conclusões das etapas de alinhamento técnico realizadas posteriormente à entrega do estudo original (NHC, 2022a).

## 3. Estrutura do documento

Buscando maior fluidez na comunicação dos principais resultados e conclusões do estudo, sem detrimento à apresentação detalhada de procedimentos, resultados e histórico de discussões que embasam as conclusões, o texto do presente documento foi estruturado no formato de um memorando principal, suportado por anexos técnicos (relatórios, memorandos técnicos e apresentações elaborados ao longo das discussões de alinhamento técnico realizadas).

O conteúdo do memorando principal se resumirá à apresentação das áreas sugeridas.

O primeiro anexo é o documento inicial produzido com base em informações de escritório intitulado “Avaliação inicial de áreas prioritárias a receberem intervenções para recuperação de habitats – Revisão 06” (NHC, 2022a).

O segundo anexo é a apresentação que resume as principais observações de campo realizadas pela empresa Aplysia (APLYSIA, 2022).

O terceiro anexo é um memorando técnico de autoria da NHC (NHC, 2022c), comentando as informações observações de campo.

---

<sup>1</sup> Foi adotada a nomenclatura típica da área de geomorfologia fluvial de “quilômetro do rio” (do *inglês river kilometer*). Adotou-se como referência de ponto de início (“ponto zero”) a barragem da UHE Risoleta Neves, por se tratar de uma estrutura física de grande relevância local. A distância é contada de jusante para montante ao longo da linha central dos rios.

<sup>2</sup> Documento “EXPANSÃO.pdf” enviado no e-mail intitulado “ENC: Critérios Novos trechos - Renaturalização” por Hana Dalila Fernandes em 24/11/2022.

O quarto anexo é uma apresentação de autoria da Aplysia, em resposta ao memorando técnico, correspondendo a revisão da apresentação mencionada anteriormente (Anexo II).

#### 4. Áreas sugeridas no rio Gualaxo do Norte

Foram selecionadas quatro áreas ao longo do rio Gualaxo do Norte, que totalizam aproximadamente 3,1 km. Os segmentos selecionados correspondem a área de abrangência próximas do RK-70, RK-96/97, RK-100 e do RK104 (Figura 1 até Figura 4). As características de cada área selecionada para uma possível implantação de atividades de renaturalização é apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1. Áreas recomendadas para expansão das atividades de renaturalização (adaptado e revisado de Aplysia, 2022).**

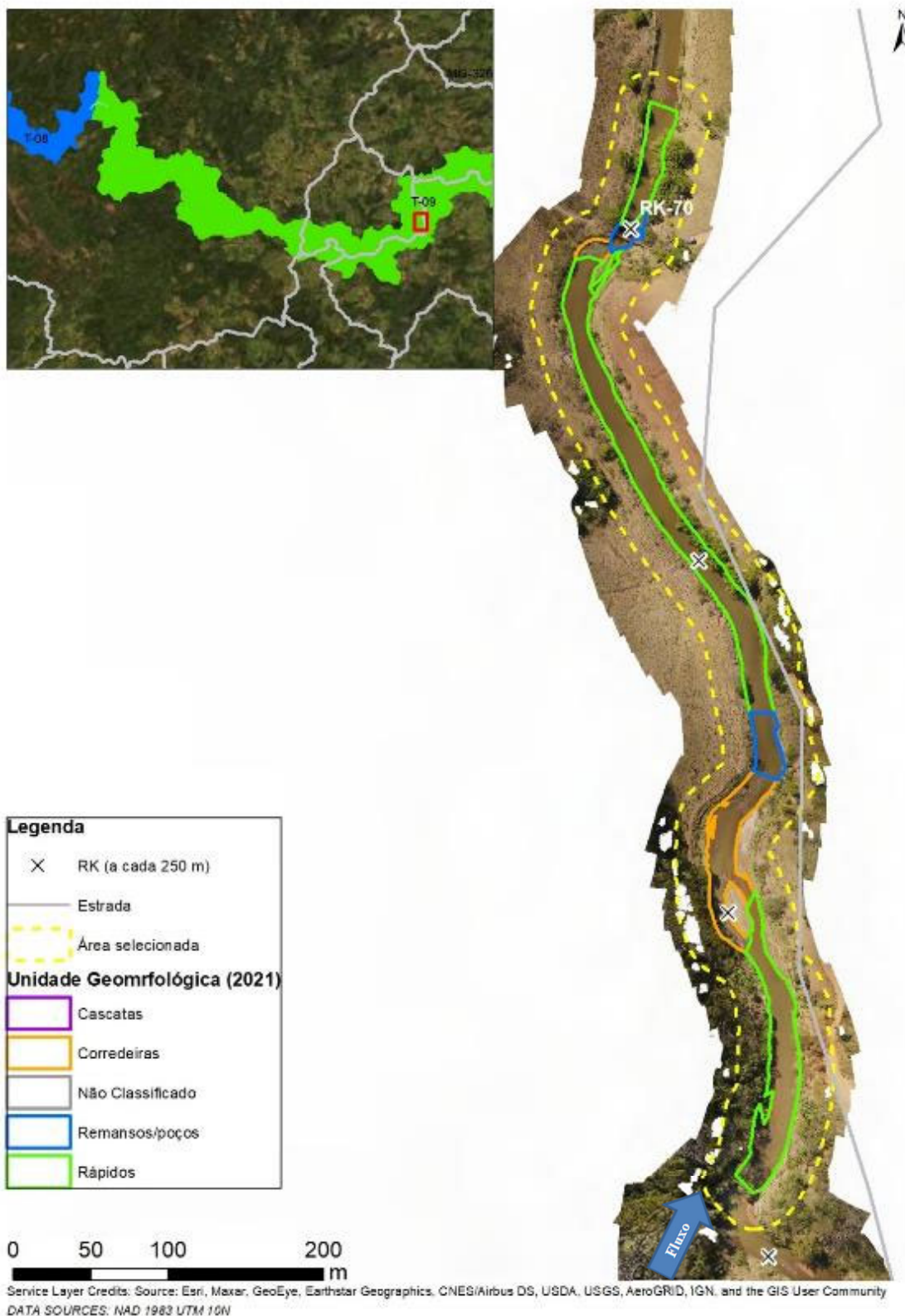
Áreas recomendadas*	RGN-A	RGN-B	RGN-C	RGN-D
Mês da visita de campo**	Outubro/22	Outubro/22	Outubro/22	Outubro/22
Coordenadas jusante	-20.2880 °   -43.1948 °	-20.2556 °   -43.3296 °	-20.2394 °   -43.3356 °	-20.2579 °   -43.3605 °
Coordenadas montante	-20.2942 °   -43.1941 °	-20.2516 °   -43.3270 °	-20.2397 °   -43.3428 °	-20.2569 °   -43.3649 °
RK aproximado***	70	96/97	100	104
Largura Média Aproximada (metros)	10 a 20	10 a 20	10 a 20	10 a 20
Comprimento Aproximado (metros)	730	790	850	750
Presença de planície inundação ao longo do trecho	>50%	>50%	100%	>50%
Lagoas marginais	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Disponibilidade material lenhoso	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Acesso de veículos pesados	SIM	-	SIM	
Nível de dificuldade de acesso	FÁCIL	DIFÍCIL	MODERADO	DIFÍCIL
Local para área de vivência	SIM	SIM	SIM	SIM
Local para armazenamento das madeiras	SIM	SIM	SIM	SIM
Proximidade comunidade	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Presença de animais	SIM	SIM	SIM	SIM
Proprietário nas margens	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Garimpo	NÃO	SIM	NÃO	NÃO

\* Os nomes das áreas foram alterados para facilitar o entendimento, sendo ordenadas de jusante para montante. Visando facilitar a comparação com o histórico do alinhamento técnico realizado, a "RGN-A" foi anteriormente chamada de "RGN01", a "RGN-B" foi anteriormente chamada de "Opção 4", a "RGN-C" foi anteriormente chamada de "RGN02", e a "RGN-D" foi anteriormente chamada de "Opção 3".

\*\* Realizada pela empresa Aplysia (Aplysia, 2022).

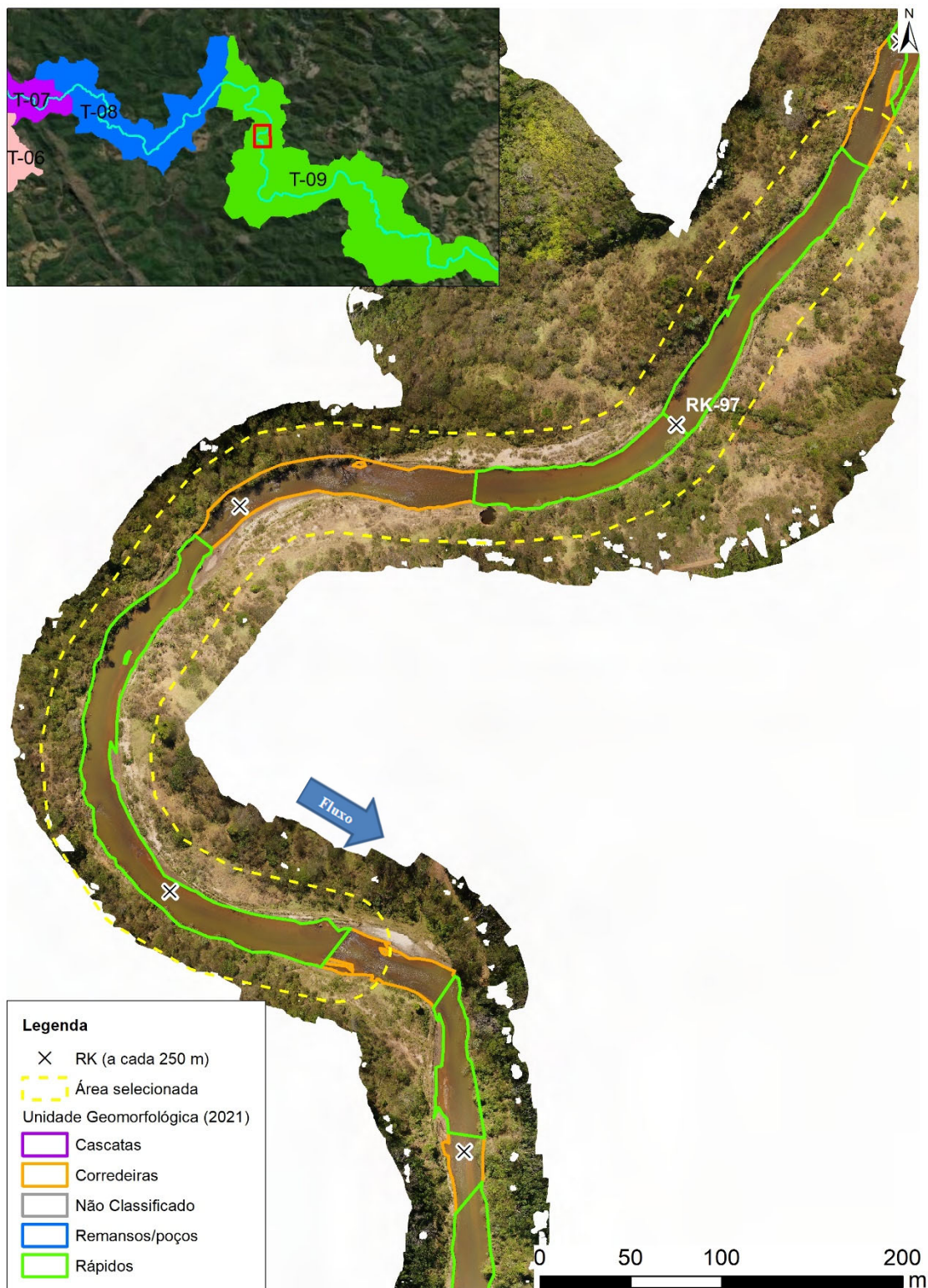
\*\*\* Informação adicionada para permitir a comparação com os resultados dos trabalhos desenvolvidos anteriormente (NHC, 2022a,b).

Figura 1. Área recomendada RGN-A junto ao RK-70, imagem da estação seca de 2021. Segmento predominantemente ocupado por habitats da classe rápidos, intercalados com pequenas corredeiras, não possui vegetação ciliar de grande porte, e estradas permitem acesso ao local. A implantação de renaturalização é recomendado nos locais não ocupados por corredeira, os quais estão destacados com linha pontilhada amarela.



Service Layer Credits: Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community  
 DATA SOURCES: NAD 1983 UTM 10N

Figura 2. Área recomendada RGN-B junto ao RK-96/97, imagem da estação seca de 2021. Segmento predominantemente ocupado por habitats rápidos, intercalados uma corredeira na região central, não possui vegetação ciliar de grande porte ao longo de quase toda a margem esquerda, e estradas próximas (localizadas um pouco a montante) permitem acesso ao local. A implantação de renaturalização é recomendado nos locais não ocupados por corredeiras, os quais estão destacados com linha pontilhada amarela.



Service Layer Credits: Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community  
 DATA SOURCES: NAD 1983 UTM 10N

Figura 3. Área recomendada RGN-C junto ao RK-100, imagem da estação seca de 2021. Segmento predominantemente ocupado por habitats rápidos, intercalados com pequenas corredeiras, não possui vegetação ciliar de grande porte, e estradas permitem acesso ao local. A implantação de renaturalização é recomendado nos locais não ocupados por corredeiras, os quais estão destacados com linha pontilhada amarela.

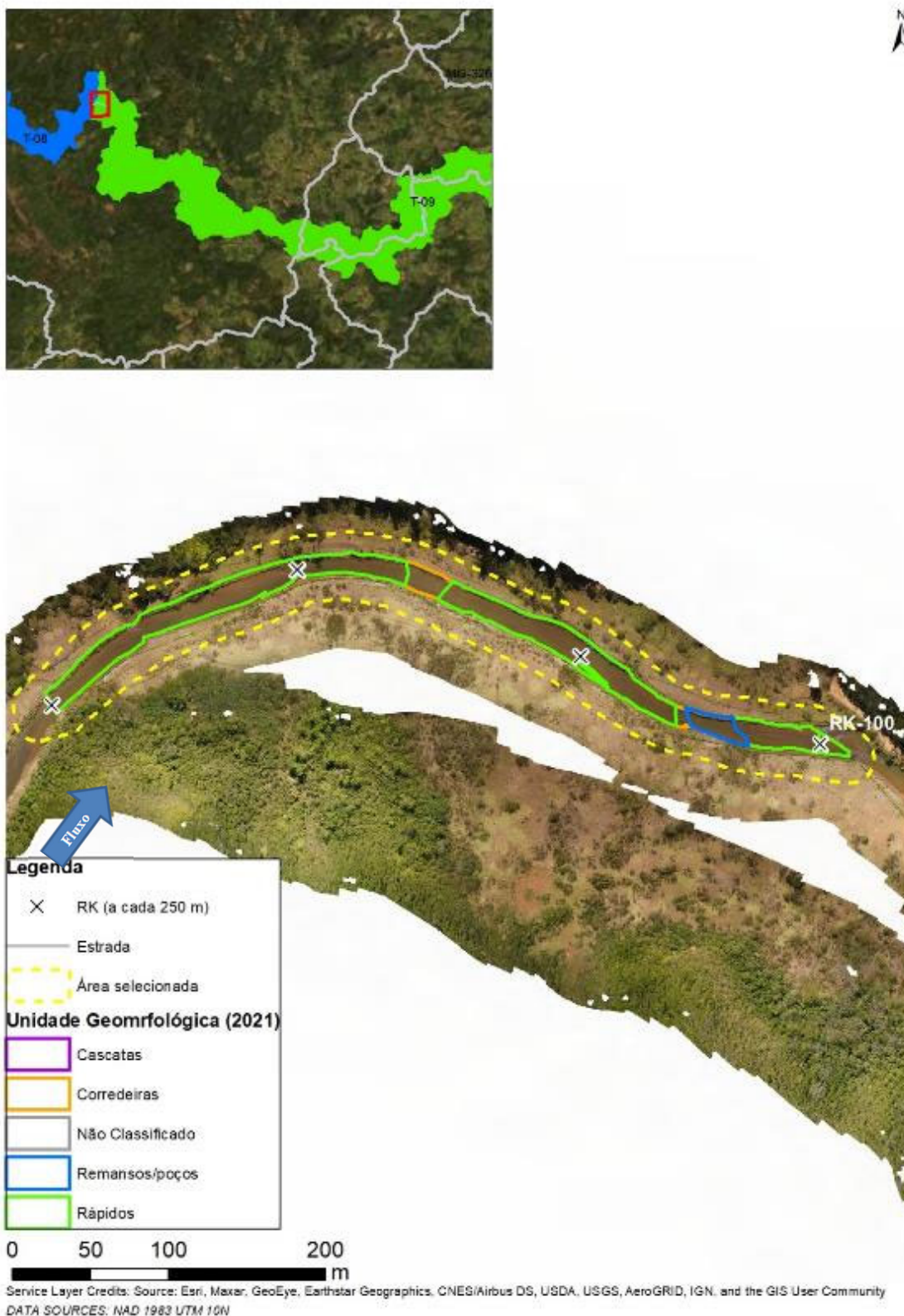


Figura 4. Área recomendada RGN-D junto ao RK-104, imagem da estação seca de 2021. Segmento predominantemente ocupado por habitats rápidos, intercalados com uma corredeira na região central, não possui vegetação ciliar de grande porte, e estradas permitem acesso ao local. A implantação de renaturalização é recomendado nos locais não ocupados por corredeiras, os quais estão destacados com linha pontilhada amarela.



Service Layer Credits: Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community  
 DATA SOURCES: NAD 1983 UTM 10N

## 5. Tributários sugeridos

Os tributários do rio Gualaxo do Norte possuem condições físicas distintas do rio principal, favorecendo a heterogeneidade do ambiente aquático, além de serem locais de refúgio durante eventos de cheias. Neste contexto, avalia-se que a renaturalização de tributários é uma atividade que pode contribuir para a recuperação ambiental do sistema fluvial como um todo. A diferença expressiva no porte dos rios implica em diferenças no projeto de renaturalização (dimensões, tipos e arranjo de estruturas). São recomendados para renaturalização os seguintes tributários: TG11, TG16 e TG29, totalizando extensão aproximada de 1km. As principais características dos tributários recomendados estão apresentadas na Tabela 2 (Figura 5 à Figura 7)<sup>3</sup>.

O tributário TG-11 foi selecionado por não estar hidraulicamente conectado ao rio Gualaxo do Norte. A recomendação é que seja realizada a remoção do controle hidráulico existente, e reconfiguração do canal, com adequação da declividade e rebaixamento do leito do tributário até nível compatível com o nível d'água do rio Gualaxo do Norte – inclusive em condições de baixas vazões.

O tributário TG-16 foi selecionado por não estar hidraulicamente conectado ao rio Gualaxo do Norte, devido a uma travessia de estrada tipo “passagem molhada” a aproximadamente 50 metros do rio Gualaxo do Norte. A recomendação é que seja realizada a reconfiguração do canal com adequação da declividade, e possível rebaixamento da travessia.

O TG-29 teve seu traçado alterado, passando a ter uma menor extensão e maior declividade. A recomendação é que o tributários seja retornado ao seu traçado original. Seu leito deve ser reconfigurado e não deve apresentar desnível nas travessias de veículos existentes. O substrato e tipos de estruturas imediatamente a jusante das travessias deve ser dimensionados para evitar o rebaixamento do leito por processos erosivos.

**Tabela 2. Tributários recomendados para expansão das atividades de renaturalização.**

Tributário recomendado	TG-11	TG-16	TG-29
Mês da visita de campo inicial*	Agosto/22	Agosto /22	Agosto /22
Mês da segunda visita de campo**	Outubro/22	Outubro/22	Outubro/22
Coordenadas montante	- 20.2542°   -43.3778°	-20.2465°   -43.3274°	-20.3064°   -43,2503°
RK aproximado***	106,25	97,75	80,00
Largura Média Aproximada (metros)	2 - 3	2 - 3	2 - 3
Comprimento Aproximado (metros)	470	150	370
Presença de planície inundação ao longo do trecho	SIM	SIM	SIM
Disponibilidade material lenhoso	SIM	NÃO	NÃO
Nível de dificuldade de acesso	FÁCIL	FÁCIL	FÁCIL
Presença de animais	NÃO	NÃO	SIM
Está hidraulicamente conectado ao rio principal	NÃO	NÃO	SIM

\* Realizada pela Fundação Renova e empresa PROGEN (PROGEN, 2022).

\*\* Realizada pela empresa Aplysia (Aplysia, 2022).

\*\*\* Informação adicionada para facilitar a localização e permitir a comparação com os resultados dos trabalhos desenvolvidos anteriormente (NHC, 2022a,b).

<sup>3</sup> Tributários que necessitariam grandes intervenções de engenharia, como relocação de estradas foram desconsiderados para esse momento inicial, devido a maior complexidade das obras e licenças.

Figura 5. Tributário TG11 próximo ao RK-106,25. É observado um desnível de aproximadamente 0,40 m entre a lâmina d'água do tributário e do rio principal (PROGEN, 2022). O leito no trecho do desnível é aparentemente formado por encoramento e geotêxtil. Extensão estimada (destacada com linha pontilhada amarela) com base na extensão da área afetada e imagens aéreas: 0,47 km. (Coord. aprox. de montante: Lat.: - 20.2542° | Long.: -43.3778°).

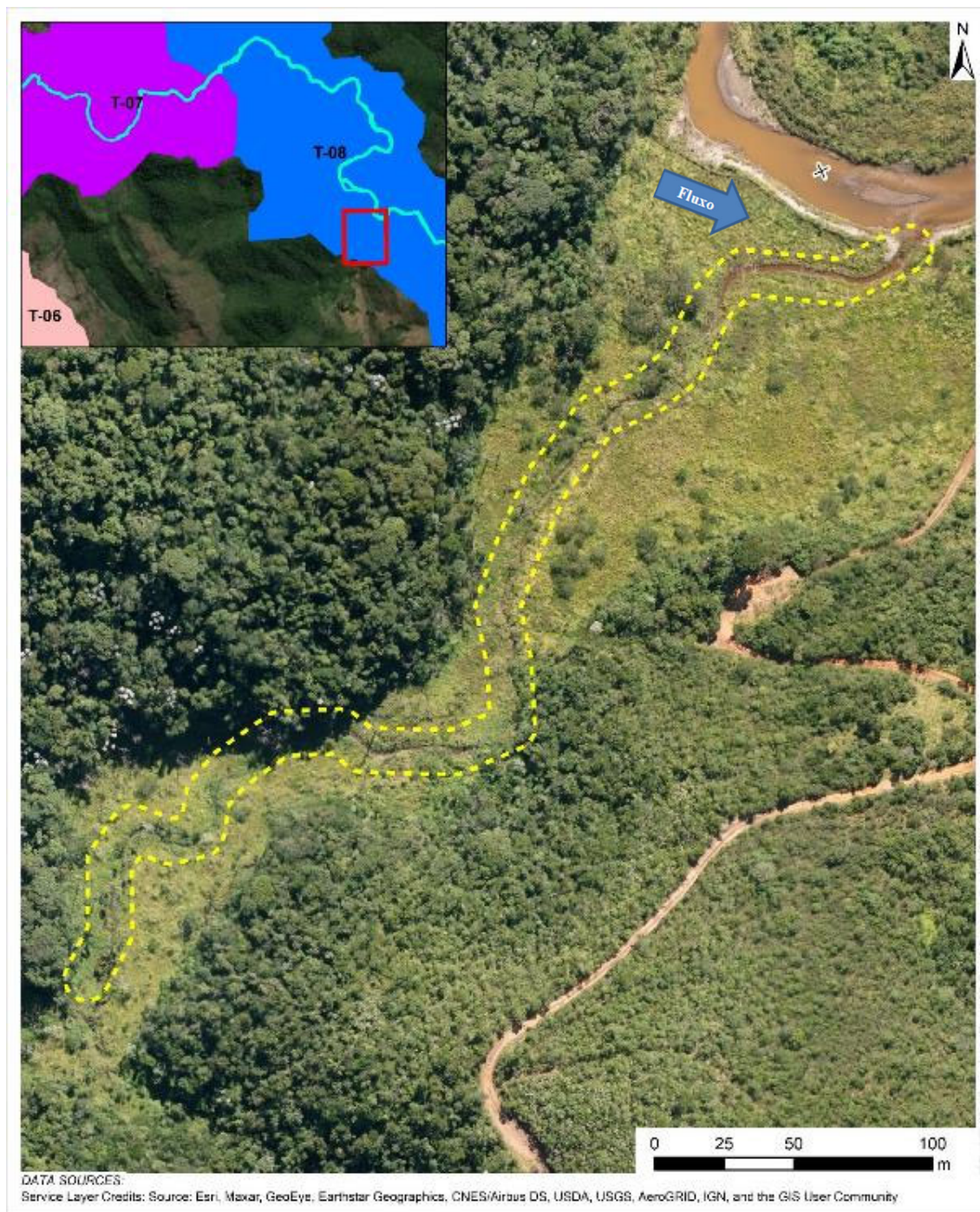


Figura 6. Tributário TG16 próximo ao RK-97,75. Existe uma travessia de estrada do tipo passagem molhada e é observado um desnível de aproximadamente 0,5 m (PROGEN, 2022). O leito no trecho do desnível é formado por encoramento. Extensão estimada (destacados com linha pontilhada amarela) com base na extensão da área afetada e imagens aéreas: 0,15 km. (Coord. aprox. de montante: -20.2465° | Long.: - 43.3274°).

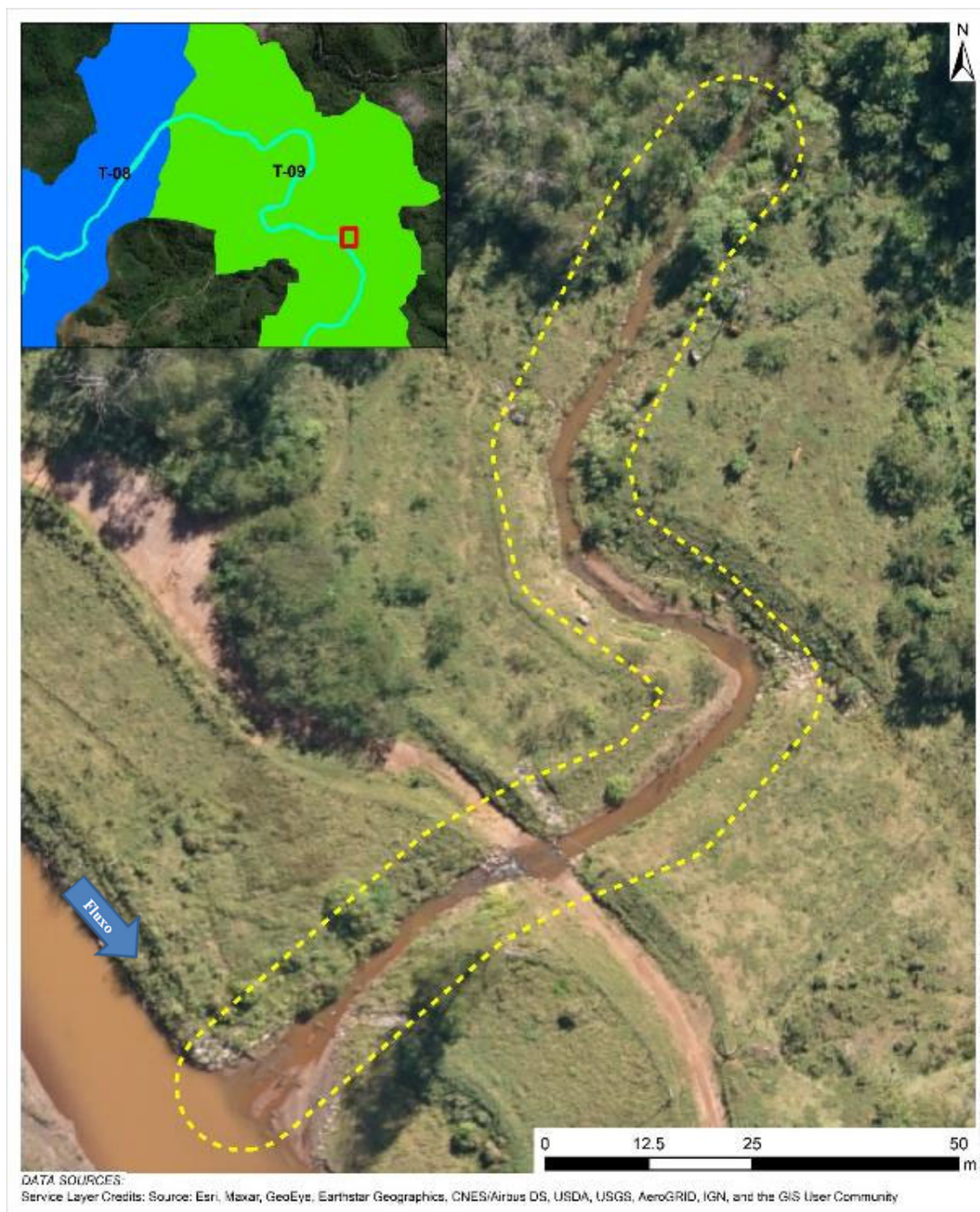
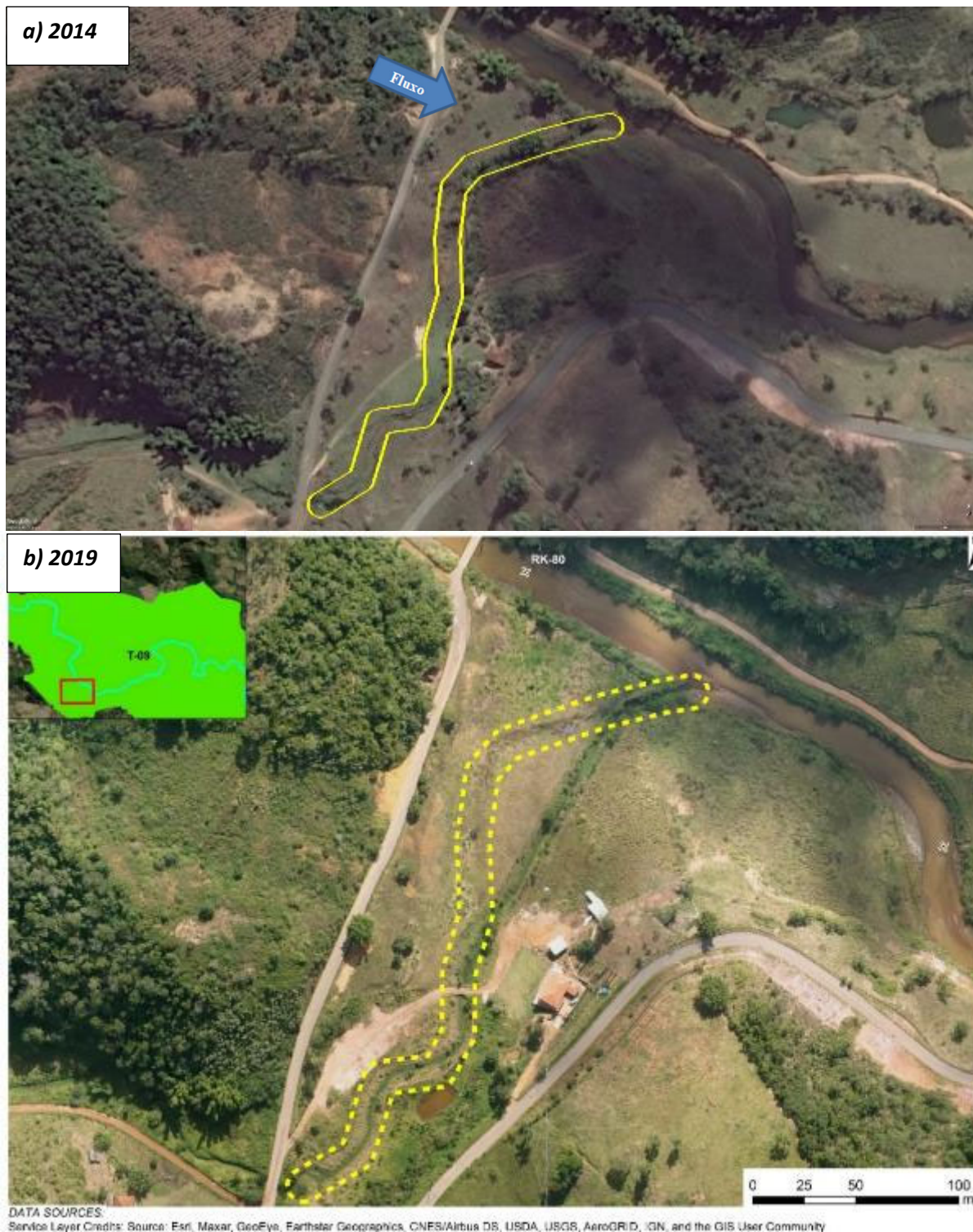


Figura 7. Tributário TG29, Córrego Paracatu de Cima próximo ao RK-80, imediatamente a jusante da ponte do Cruzeiro de Paracatu de Cima. A) Imagem aérea de antes do rompimento (2014); e b) imagem do ano de 2022. Nota-se que seu traçado foi alterado, reduzindo seu comprimento e aumentando sua declividade local<sup>4</sup>. Extensão estimada com base na extensão da área afetada e imagens aéreas: 0,37 km. (Coord. aprox. de montante: Lat.: -20.3064° | Long.: -43,2503°).



<sup>4</sup> A área em destaque se refere ao traçado do rio original, antes da alteração

## 6. Limitações e incertezas

Apesar da análise tomar como base as melhores informações disponíveis, elas correspondem à situação dos habitats no ano de 2021, com inspeções de campo realizadas em agosto e outubro de 2022. Ainda que a situação atual tenha mudado, acredita-se que o padrão espacial da diversidade de habitats tenha se mantido similar.

Na atual fase do estudo ainda não foram obtidas as anuências dos proprietários de terra nem de licenças ambientais necessárias para a implantação das atividades. Deste modo, destaca-se que a extensão estimada pelo presente trabalho poderá ser revisada durante a fase de projeto.

## 7. Comentários Finais

Conforme havia sido destacado no relatório (NHC, 2022a), a etapa de verificação em campo é uma etapa fundamental para uma seleção adequada dos trechos. A inspeção de campo realizada pela empresa Aplysia e a troca de informações realizadas por intermédio da Fundação Renova (Aplysia 2022,2023; NHC, 2022c) permitiram o refino da análise inicial. As principais contribuições foram referentes as condições mais atuais de acesso ao rio (observadas em outubro de 2022), e de alterações das características físicas do rio ocorridas após a obtenção da base de dados utilizada (obtida na estação seca de 2021).

Considerando os resultados positivos das atividades de renaturalização já implantadas no rio Gualaxo do Norte (Aplysia, 2021b), bem como a recomendação da literatura técnica e os resultados da avaliação das condições das características físicas dos rios (NHC, 2022a), recomendamos a expansão das atividades de renaturalização em quatro áreas do rio Gualaxo do Norte e em três de seus tributários. Correspondendo a uma extensão conjunta de 3,1 km no rio Gualaxo do Norte e 1,0 km em tributários.

Informações detalhadas das análises realizadas e do alinhamento técnico realizado após a etapa de inspeção de campo são apresentadas nos anexos.

Colocamo-nos à vossa disposição para prestar quaisquer esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,

**Marcus Vinícius Estigoni, PhD | Eng. Ambiental**

Gerente de Projetos

[mestigoni@nhcweb.com](mailto:mestigoni@nhcweb.com) | Tel.: (11) 2615-4070 | Cel: (11) 93350-0591

**Referências Bibliográficas**

- APLYSIA (2019). *Renaturalização do rio Gualaxo do Norte: Design de Instalação das Estruturas (Relatório técnico nº 496/2020)*. Rev. 02. Relatório preparado para Fundação Renova. 2019.
- APLYSIA (2021). *Renaturalização do Rio Gualaxo do Norte: Design de Instalação das Estruturas no Trecho Expansão - Relatório Técnico nº 486/2020*. Relatório preparado para Fundação Renova. 2021.
- APLYSIA (2022). *Expansão*. Apresentação preparada para Fundação Renova. Novembro de 2022. Enviado por e-mail em 10/08/2022 por Hana Dalila Fernandes (hana.fernandes@fundacaorenova.org) para: Marcus Estigoni <[mestigoni@nhcweb.com](mailto:mestigoni@nhcweb.com)>; Fabio Zacarias Pereira <[fabio.pereira@fundacaorenova.org](mailto:fabio.pereira@fundacaorenova.org)>; Izabelle Juliana Da Silva Almeida <[izabelle.almeida.crtf@fundacaorenova.org](mailto:izabelle.almeida.crtf@fundacaorenova.org)>. Título do e-mail: “ENC: Critérios Novos trechos - Renaturalização”.
- APLYSIA (2023). *Projeto de Expansão da Renaturalização - PER*. Apresentação preparada para Fundação Renova. Fevereiro de 2023. Enviado por e-mail em 01/02/2023 por Hana Dalila Fernandes (hana.fernandes@fundacaorenova.org) para: Marcus Estigoni <[mestigoni@nhcweb.com](mailto:mestigoni@nhcweb.com)>; Fabio Zacarias Pereira <[fabio.pereira@fundacaorenova.org](mailto:fabio.pereira@fundacaorenova.org)>; Izabelle Juliana Da Silva Almeida <[izabelle.almeida.crtf@fundacaorenova.org](mailto:izabelle.almeida.crtf@fundacaorenova.org)>. Título do e-mail: “ENC: Apresentação - Seleção dos Trechos revisada”.
- CURTIS, J. A. & GUERRERO, T. M. (2015). *Geomorphic Mapping to Support River Restoration on the Trinity River Downstream from Lewiston Dam, California, 1980–2011*. Relatório Nº 2015–1047, preparado pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) em cooperação com Trinity River Restoration Project.
- MONTGOMERY, D. R., & BUFFINGTON, J. M. (1997). Channel-reach morphology in mountain drainage basins. *Geological Society of America Bulletin*, 109(5), 596–611.
- MONTGOMERY, D. R., & BUFFINGTON, J. M. (1998). Channel processes, classification, and response. *River ecology and management*, 112, 1250–1263.
- NHC. (2022a). *Avaliação inicial de áreas prioritárias a receberem intervenções para recuperação de habitats – Revisão 06*. Relatório técnico preparado para Fundação Renova. São Paulo, outubro de 2022.
- NHC (2022b). *Mapeamento de Habitats Físicos nos Trechos T06 À T11 e Definição Da Condição de Referência: Relatório Final - Revisão 3*. Relatório técnico preparado para Fundação Renova. São Paulo, agosto de 2022.
- NHC. (2022c). *Memorando técnico: Comentários sobre as observações de campo (e-mail “ENC: Critérios Novos trechos – Renaturalização”)*. Memorando técnico preparado para Fundação Renova. São Paulo, dezembro de 2022.
- PROGEN (2022). *“Tributários”*. Planilha de dados, fotos e vídeos enviados por e-mail em 10/08/2022 por Hana Dalila Fernandes (hana.fernandes@fundacaorenova.org) para: Marcus Estigoni (mestigoni@nhcweb.com); Rodrigo Soares Da Silva (rodrigo.dasilva.crtf@fundacaorenova.org); rodrigo.silva@progen.com.br); Luiz Augusto Vieira Souza (luiz.souza.crtf@fundacaorenova.org); Izabelle Silva Almeida (crtf\_isa@fundacaorenova.org); Melina Marsaro Alencar (melina.alencar@fundacaorenova.org); Fabio Zacarias Pereira (fabio.pereira@fundacaorenova.org). Título do e-mail: “RES: Alinhamento para visita aos tributários - Expansão Renaturalização”.

RINALDI, M.; BELLETTI, B.; BERGA CANO, M. I. et. al (2015). *Final report on methods, models, tools to assess the hydromorphology of rivers. Deliverable 6.2*, Relatório preparado em cinco partes para REFORM (REstoring rivers FOR effective catchment Management), um projeto de colaboração de grande escala financiado pela European Commission pelo 7th Framework Programme, acordo de financiamento 282656.

WEGSCHEIDER, B, LINNANSAARI, T, CURRY, RA. (2020). Mesohabitat modelling in fish ecology: A global synthesis. *Fish*. 2020; 21: 927– 939. <https://doi.org/10.1111/faf.12477>

## **ANEXO I**

**Relatório técnico: “Avaliação inicial de áreas prioritárias a receberem intervenções para recuperação de habitats – Revisão 06”**



FUNDAÇÃO  
**renova**

**AVALIAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS À RECEBEREM  
INTERVENÇÕES PARA RECUPERAÇÃO DE HABITATS**

Revisão 06  
**Outubro/2022**

**AVALIAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS A RECEBEREM INTERVENÇÕES  
PARA RECUPERAÇÃO DE HABITATS**

**Revisão 06**

São Paulo / 2022

REVISÕES							
TE: TIPO EMISSÃO		A-PRELIMINAR B-PARA APROVAÇÃO	C -PARA CONHECIMENTO D-PARA COTAÇÃO	E-PARA CONSTRUÇÃO F - APROVADO		G - REPROVADO H - CANCELADO	
Rev.	TE	Descrição	Por	Ver.	Apr.	Aut.	Data
0	A	PRELIMINAR	IBF/TNR/MVE/ WDV	BMC			23/02/2022
1	A	PRELIMINAR	IBF/TNR/MVE/ WDV	BMC			30/03/2022
2	B	PARA APROVAÇÃO	IBF/TNR/MVE/ WDV	GDL			04/07/2022
3	B	PARA APROVAÇÃO	IBF/TNR/MVE/ WDV	GDL			02/09/2022
4	B	PARA APROVAÇÃO	IBF/TNR/MVE/ WDV	GDL			21/09/2022
5	B	PARA APROVAÇÃO	IBF/TNR/MVE/ WDV	GDL			27/09/2022
6	B	PARA APROVAÇÃO	IBF/TNR/MVE/ WDV	GDL			27/10/2022

## NOTIFICAÇÃO

Este documento foi preparado pela NHC Brasil Consultores Ltda. (NHCB) e *Northwest Hydraulic Consultants Ltd. (NHCL)* – doravante conjuntamente denominadas de NHC – para uso exclusivo e benefício da Fundação Renova para quem foi elaborado e para aplicação específica dos estudos do programa de Manejo de Rejeitos que possuem relação com a avaliação da expansão para trechos dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce do projeto de renaturalização ou outras atividades de recuperação e melhoria de habitats. Não é feita qualquer outra garantia, seja ela expressa ou implícita. As informações e dados contidos aqui representam as melhores práticas de engenharia e geociências, como também das legislações vigentes. Exceto conforme exigido por lei, este relatório e as informações e dados aqui contidos devem ser tratados como confidenciais e podem ser usados e confiados apenas pela Fundação Renova e seus funcionários. A NHC nega qualquer responsabilidade a outras partes que possam obter acesso a este relatório por qualquer perda ou dano sofrido por tais partes decorrentes do uso ou dependência deste relatório ou de qualquer de seu conteúdo.

### Citação

NHC. 2022. Avaliação de áreas prioritárias a receberem intervenções para recuperação de habitats – Revisão 06. Relatório técnico preparado para Fundação Renova. São Paulo, 2022.

**Preparado por:** Isabela Burattini Freire | Eng. Ambiental  
Thaís Nogueira de Rezende, M.Sc. | Eng. Civil  
Marcus Vinícius Estigoni, PhD | Eng. Ambiental (Líder Técnico)  
William Dantas Vichete | Eng. Civil

**Revisado por:** Guilherme de Lima, PhD | Diretor, Eng. Civil

## RESUMO

A NHC tem prestado serviços de consultoria técnica especializada para a Fundação Renova (Renova) em obras de recuperação de rios, restauração de habitats físicos e programas de manejo de sedimentos. Como parte do escopo do trabalho, a NHC foi requisitada a analisar e sugerir áreas prioritárias para expansão de atividades e intervenções que buscam a recuperação e melhoria das características físicas/morfológicas e, conseqüentemente, da biodiversidade local, por exemplo o projeto de renaturalização (APLYSIA, 2019, 2021a).

Esse relatório tem como objetivo geral suportar eventuais atividades de expansão da renaturalização a serem realizadas. Ainda que o objetivo fim de intervenções de renaturalização seja a promoção da diversidade e abundância de espécies aquáticas, este objetivo é alcançado por alterações das características físicas do rio. As estruturas implantadas, sejam elas troncos, blocos de rocha, feixes de vegetação, ou outros tipos, proporcionam diversificação no padrão de escoamento, que, por sua vez, produz diversificação das características do material de leito e dos habitats físicos.

O trecho a montante de Candonga é o que mais se beneficiaria com a implantação das atividades de renaturalização, visto que as características físicas do leito foram significativamente alteradas, diferente do que é observado no trecho a jusante de Candonga em que a maior parte do trecho não possui evidências de depósitos de rejeitos e/ou grandes alterações das características físicas do leito, sendo estas alterações restritas a locais específicos. Considerando que a renaturalização como proposta é recomendada para rios e não para lagos ou reservatórios, foram desconsiderados os trechos T05 e T12 das áreas avaliadas (reservatórios formados pelo dique S4 e barragem de Candonga, respectivamente). Adicionalmente, também foram desconsiderados os trechos T01 à T04 que se encontram em área de domínio da Samarco.

O objetivo específico deste relatório é identificar a extensão das áreas elegíveis a receberem intervenções de renaturalização no trecho impactado do rio Gualaxo do Norte, rio do Carmo e do rio Doce a montante do reservatório de Candonga (T06 ao T11) com base nas características geomorfológicas e de presença de habitats, tomando como base os resultados parciais preliminares do mapeamento de habitats para o ano de 2021 e valores de referência (NHC, 2022).

Habitats físicos podem ser definidos como uma composição de áreas que possuem características físicas morfológicas (material predominante na camada ativa, superficial, e forma do leito) e características hidráulicas (profundidade e velocidade do escoamento) distintas. Esses trechos de diferentes naturezas fornecem também habitats distintos para os

organismos aquáticos (MONTGOMERY & BUFFINGTON, 1997, 1998; BISSON e colaboradores, 2017).

Logo após o rompimento da barragem, os rios do trecho impactado a montante de Candonga possuíam geometria simplificada com pouca ou nenhuma heterogeneidade hidráulica e leito formado predominantemente por material fino, formação que pode ser classificada como habitat do tipo rápidos<sup>1</sup>. A presença de habitats da classe corredeiras é um fator importante na avaliação da recuperação das características físicas dos rios, isso porque trata-se de um tipo de habitat que não existia imediatamente após o rompimento. O mesmo pode ser dito em relação a qualquer tipo diversidade de habitats físicos (i.e., alternância entre rápidos e remansos/poços, ou rápidos e corredeiras, denotando heterogeneidade das características físicas ao longo de um determinado trecho). Deste modo, o aumento da diversidade, bem como qualquer identificação de habitats das classes remansos/poços, corredeiras e cascatas, e identificação de material grosseiro (i.e., cascalho ou maior), são indícios de recuperação das características físicas dos rios.

As informações mais recentes das características físicas do leito dos rios que se encontravam disponíveis no momento de elaboração deste relatório correspondem ao mapeamento de habitats realizado durante a estação seca de 2021, e informações quanto ao valor de referência<sup>2</sup> quanto a presença percentual de corredeiras (NHC, 2022) sendo essa a informação base adotada na avaliação de áreas eletivas a expansão das intervenções de renaturalização.

Os resultados do Mapeamento de Habitats (NHC, 2022) indicaram que o rio Gualaxo do Norte, o rio do Carmo e o rio Doce apresentavam em 2021 condições da presença de habitats similares à que existia antes do rompimento. Em outras palavras, o ambiente já se demonstrava em 2021 apto à recolonização. De maneira conservadora, foram avaliados para seleção os segmentos de rios que apresentavam menor presença de corredeiras (classe de habitat associada a recuperação física dos rios).

No rio do Carmo e rio Doce, foi possível realizar a comparação direta da situação de 2021 com de momento anterior ao rompimento (ano de 2014), sendo evidenciado que as características de feições geomorfológicas do leito (localização e dimensão de ilhas, barras de

---

<sup>1</sup> As classes adotadas no estudo são: rápidos, poços/remansos, corredeiras e cascatas. Ressalta-se que existem outras formas de classificação de habitats físicos mais e menos detalhadas. A escolha pelo uso de quatro “macro” classes (mesohabitats) teve como base a escala e os objetivos do estudo de mapeamento de habitats. Maiores detalhes em NHC (2022).

<sup>2</sup> Adotamos o termo “condição de referência” em detrimento ao termo “dados pretéritos”, pois foram utilizados valores regionais para caracterizar o estado “não impactado” do rio Gualaxo do Norte, correspondente à sua condição anterior ao evento (abordagem tipo *space-for-time substitution*).

sedimentos e depósitos submersos) estão muito similares ao momento anterior ao rompimento. Concluimos que, com base nas características físicas, a implantação de atividades de recuperação de habitats e renaturalização nesses rios é desnecessária.

A comparação direta do rio Gualaxo do Norte com informações históricas não foi possível. Por se tratar de um rio de menores dimensões e mais confinado, a visualização pelas imagens de satélites é muito limitada (tanto pela proporção de escala entre resolução e largura do rio, quanto pelo alto índice de sombreamento). A referência natural para o rio Gualaxo do Norte foi definida através de rios da região com características hidráulicas e geomorfológicas semelhantes, livres do impacto gerado pelo rompimento da barragem.

Os segmentos do rio Gualaxo do Norte que apresentaram os menores valores para presença de corredeiras foram avaliados principalmente quanto a diversidade e alternância de habitats, ocorrência de margem e/ou leito rochoso, presença de estruturas de renaturalização já implantadas e questões de acesso ao rio. Dos 14 segmentos de 1,0 km que apresentam ocorrência percentual de corredeiras menor que o observado nos rios da região, sendo assim, recomenda-se a implantação de atividades de recuperação de habitats e renaturalização em dois trechos, o do RK-70 e do RK-100 (trechos T09 e T08, respectivamente).

Foram selecionados cinco tributários (TG11, TG16, TG26, TG29 e TG40) considerando critérios de conectividade hidráulica, alteração do traçado e aqueles localizados na área de abrangência dos segmentos a serem renaturalizados no rio Gualaxo do Norte. Adicionalmente, recomendamos a realização de revegetação e manutenção das margens para controle de erosões em dois tributários (TG14 e TG33).

Conforme apontado em estudos, ainda que a situação atual tenha mudado, com provável aumento das corredeiras existentes e surgimento de novas corredeiras (continuidade da recuperação devido aos processos físicos de transporte de material pelas águas dos rios) possivelmente superando os valores de referência quanto a presença de corredeiras, acredita-se que o padrão espacial da diversidade de habitats tenha se mantido similar. Deste modo a recomendação da implantação da renaturalização em dois segmentos de 1,0 km cada, pode ser interpretada como conservadora.

Ressalta-se que a avaliação apresentada deve ser considerada como um primeiro passo na seleção das áreas de implantação da expansão, e que a realização de uma inspeção de campo para verificação das condições atuais é fundamental para escolha final dos locais.

**Palavras-chave:** Renaturalização; Habitats físicos; geomorfologia fluvial; imageamento aéreo.

## Sumário

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos do estudo.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Área de estudo .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Abordagem e premissas.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1. Estimativa da extensão das áreas eletivas para expansão da renaturalização.....</b>	<b>9</b>
<b>5. Limitações e incertezas .....</b>	<b>12</b>
<b>6. Resultados .....</b>	<b>12</b>
<b>6.1. Áreas Selecionadas.....</b>	<b>24</b>
<b>6.2. Seleção de tributários .....</b>	<b>27</b>
<b>7. Recomendações gerais .....</b>	<b>35</b>
<b>8. Conclusões.....</b>	<b>35</b>
<b>Apêndice A.....</b>	<b>41</b>
<b>Apêndice B.....</b>	<b>44</b>

## 1. Introdução

Nos trechos da parte superior da bacia do rio Doce, no rio Gualaxo do Norte (T06 à T09) e na porção atingida do rio Carmo (T10) e do rio Doce a montante do reservatório da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves (UHE), popularmente conhecida como UHE Candonga (T11), a onda oriunda do rompimento da barragem gerou uma vazão muito superior a capacidade do leito menor do rio. Isto ocasionou erosão do leito e margens, seguida de deposição de material transportado pela onda de detritos no canal fluvial e margens dos cursos d'água (uma mistura de rejeitos com sedimentos naturais), alterando o padrão da morfologia fluvial. Logo após o rompimento a morfologia destes locais ficou caracterizada pela predominância de leito plano e uniforme (*plane-bed*) – com quase nenhuma variação hidráulica e de estruturas de habitats físicos, estando majoritariamente coberto por sedimentos predominantemente finos (silte ou menores).

O reservatório de Candonga foi capaz de atenuar significativamente o pico da vazão gerado pelo rompimento, sendo equivalente em vazão à uma cheia típica com pouca, ou completa ausência, de extravasamento do escoamento para fora da calha fluvial, sobre a planície de inundação. Isto levou a uma evidente mudança na magnitude dos impactos geomorfológicos nos rios diretamente afetados pelo rompimento, sendo observado uma tendência de montante para jusante de redução, apresentando características distintas no trecho de montante do reservatório da UHE Candonga (T01 à T11), no trecho de reservatório (T12) e nos trechos fluviais a jusante da barragem de Candonga (T15 à T16).

O extensivo trabalho de campo de caracterização dos depósitos de rejeitos realizado no âmbito dos trabalhos do Plano de Manejo de Rejeitos (PMR) aponta que quase a totalidade do trecho a montante do reservatório de Candonga (T06 à T11) foi recoberta por rejeitos, e permanecia recoberto por rejeitos durante o período analisado (dados de campo do PMR foram coletados entre outubro de 2017 e janeiro de 2018)<sup>3</sup>. Cenário diferente do observado para o trecho de jusante da barragem de Candonga (T13 ao T16), onde, no momento do levantamento (dados de campo coletados entre 2018 e 2021), a maior parte do trecho não possuía evidências

---

<sup>3</sup> Análise independente dos dados dos transectos amostrados nos trabalhos do PMR (CH2M, 2017a; JACOBS/CH2M, 2018a,b,c) aponta que somente um de cem locais amostrados ao longo do trecho não apresentava evidência da presença de rejeitos.

de depósitos de rejeitos<sup>4</sup>. Destaca-se que avaliações de impactos físicos e caracterizações geomorfológicas chegaram a conclusões similares (LACTEC, 2020; CH2M, 2017a; GOLDER, 2016). Ante a esse fato, o reservatório de Candonga representa um local conveniente para mudança das abordagens para estudos e atividades relacionadas a recuperação ambiental dos rios.

Com o passar do tempo e devido a ocorrência de processos físicos de transporte de material pelas águas dos rios, o canal fluvial tem passado por transformações buscando recompor suas características, incluindo a formação e diversificação de habitats físicos.

A recuperação morfológica, em termos físicos, é um componente-chave na recuperação da qualidade da água e da ecologia de um rio, pois as características do leito e das margens determinam a entrada de sedimentos no fluxo de água, bem como a estrutura física do rio criando espaço e condições hidráulicas (habitats físicos) para desenvolvimento dos organismos. Essas características foram alteradas pela grande inserção de sedimentos finos no curso d'água causadas pela onda de rejeitos oriunda do rompimento.

Entre os possíveis impactos advindos do excesso do aporte de sedimentos em um rio, podemos citar, por exemplo, a reconfiguração da geometria do leito, o preenchimento das várzeas (LISLE & HILTON, 1992, 1999; BUFFINGTON & MONTGOMERY, 1999A; SABLE & WOHL, 2006; ZUNKA et. al, 2015), o desencadeamento de processos erosivos das margens e migração acelerada da lateral do canal (KNIGHTON 1989, 1991; BARTLEY & RUTHERFURD, 2005), alteração da textura (granulometria predominante) do material do leito (PAOLA & SEAL, 1995; BUFFINGTON & MONTGOMERY, 1999B; CHURCH, 2006), e a influência na concentração de sedimentos em suspensão, turbidez e transmissão de luz através da coluna d'água.

Todos esses impactos físicos primários têm potenciais efeitos secundários no ecossistema aquático, pois as alterações na estrutura do leito do canal impactam na disponibilidade de habitats, provocam mudanças na textura do leito e, por consequência, geram

---

<sup>4</sup> Análise independente dos dados dos transectos amostrados nos trabalhos do PMR (WORLEY, 2019; GOLDER, 2020,2021) apontam que 80 % dos locais amostrados não apresentava evidência da presença de rejeitos, mesmo tendo sido focado o levantamento em locais que se esperava a deposição de sedimentos/rejeitos. Apesar de não ser esperado que mesmo imediatamente após o rompimento tenha ocorrido significativa deposição de rejeitos encobrindo todo ou a maior parte do trecho, como no caso da porção a montante da UHE Candonga, os dados coletados não são suficientes para refutar a hipótese.

impacto no fluxo hiporreico<sup>5</sup>, possivelmente promovendo alterações no comportamento e no sucesso da desova de peixes, desenvolvimento de comunidades de macroinvertebrados, dentre outros. As alterações na concentração de sólidos em suspensão podem afetar a capacidade dos organismos de se alimentar e respirar, e a mudança na transmissão da luz pode afetar a temperatura da água e a produtividade primária (BERRY et. al, 2003; SUTTLE et. al, 2004; COVER et. al, 2006; KANE, 2006; LACEY, 2010; JONES et. al., 2012).

Com o objetivo de potencializar e acelerar o processo de recuperação da diversificação dos habitats físicos e, como consequência, proporcionar o aumento da diversidade biológica local, foram realizadas intervenções com introdução de troncos de madeira (LWD, do inglês *Large Wood Debris*) e feixes de capim elefante. As intervenções foram feitas inicialmente nos trechos T06 e T07 no ano de 2019 (chamadas de Projeto Piloto de Renaturalização – PPR) (APLYSIA, 2019,2021b), e posteriormente no trecho T09 em 2021 (Projeto de Expansão da Renaturalização -PER<sup>6</sup>) (APLYSIA, 2021a).

Considerando os resultados positivos do PPR<sup>7</sup>, decidiu-se por avaliar possibilidades de expansão do projeto de renaturalização, e realizar o levantamento e definição de áreas para eventual implantação.

As informações disponíveis (CPRM, 2016; LACTEC, 2020; CH2M, 2017a; GOLDER, 2016; CH2M, 2017b; JACOBS/CH2M, 2018a,b,c; WORLEY, 2019; GOLDER, 2020,2021) apontam que as características das condições físicas do leito do rio a jusante da barragem de Candonga não foram significativamente alteradas, especialmente quanto ao fato da abrangência espacial das áreas identificadas com alterações (depósitos de rejeitos) serem restritas a locais específicos (com tendência natural a deposição de sedimentos), sem criar uma característica de leito homogêneo por extensas áreas. Um cenário oposto é observado no trecho de montante, em que as características físicas do leito foram significativamente alteradas em toda extensão da área atingida pelo rompimento.

---

<sup>5</sup> Fluxo hiporreico em um rio corresponde ao fluxo que ocorre na zona de transição entre água e sedimentos, e a troca que ocorre entre o meio aquoso e o leito do rio.

<sup>6</sup> O PER foi determinado a partir da decisão judicial emitida pelo juízo da 12ª Vara Federal Cível e Agrária de MG, no âmbito dos itens 5 e 5.1 do Eixo Prioritário 1 da Ação Civil Pública nº 69758-61.2015.4.01.3400.

<sup>7</sup> Após dois anos de monitoramento indicam que o projeto implantado foi capaz de promover alterações das características físicas do leito de maneira mais acelerada, quando comparada com trechos de controle (trechos sem a instalação de troncos próximos aos locais de implantação da renaturalização) (APLYSIA, 2021b).

Ante ao exposto, conclui-se que o trecho a montante de Candonga é o que mais se beneficiaria com a implantação das atividades de renaturalização. Devido as características e dimensão do rio e do impacto geomorfológico identificado no trecho de jusante do barramento de Candonga, não recomendamos a implantação de atividades de renaturalização neste trecho para mitigação de impactos geomorfológicos. Considerando que os trechos T01 à T04 encontram-se na área de domínio da Samarco, o T05 é alagado pelo Dique S4<sup>8</sup>, e considerando que é previsto o retorno das operações da usina hidrelétrica Risoleta Neves, as áreas que apresentam potencial para eventual implantação de atividades de renaturalização correspondem aquelas compreendidas entre os trechos T06 e T11<sup>9</sup>.

O presente documento apresenta uma análise das condições físicas dos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce (trechos T06 à T11), com base nos resultados do mapeamento de habitats físicos para o ano de 2021 (NHC, 2022)<sup>10</sup>, e tem como objetivo dar suporte a uma eventual expansão do projeto de renaturalização a ser implantada.

## 2. Objetivos do estudo

O objetivo geral do estudo é suportar eventual expansão das atividades de renaturalização, identificando a extensão das áreas eletivas à intervenções no trecho a montante do reservatório de Candonga (T06 ao T11) com base nas características geomorfológicas e de presença de habitats.

Os objetivos específicos são:

- Analisar o mapeamento de habitats físicos nos trechos T06 ao T11 no ano de 2021(NHC, 2022).;
- Identificar a extensão das áreas que possuem menor diversidade de habitats físicos que os valores de referência; e
- Identificar e recomendar áreas aptas a receber atividades de renaturalização.

---

<sup>8</sup> Caso seja optado pelo descomissionamento, todo o trecho T05 seria elegível a renaturalização.

<sup>9</sup> Deve ser notado que as técnicas de renaturalização utilizadas são adequadas para ambientes fluviais, excluindo-se da análise a zona costeira e marinha (trecho T17).

<sup>10</sup> O referido trabalho avaliou todos os trechos que sofreram alta interferência geomorfológica (T06 ao T11), apresentando uma visão espacial completa quanto a recuperação de características físicas do canal fluvial (habitats físicos) ao longo de 110 km de rio.

### 3. Área de estudo

A área de estudo corresponde à área impactada do Rio Gualaxo do Norte, do Rio do Carmo e do Rio Doce – a montante do reservatório de Candonga, trechos T06 ao T11, conforme divisão proposta pelo Plano de Manejo de Rejeitos – PMR (CH2M/JACOBS, 2017). Possui cerca de 110 km de extensão, com área de drenagem variando de aproximadamente<sup>11</sup> 180 a 8.900 km<sup>2</sup>. O rio Gualaxo do Norte (T06 a T09) é um rio misto, com vales encaixados – íngremes e confinados, de leito rochoso, intercalados com cursos aluviais moderadamente confinados. A largura típica do rio Gualaxo do Norte é de cerca de 10 m na área afetada mais a montante e de 20 a 25 m próximo à confluência do rio do Carmo. O rio do Carmo (T10) possui largura típica variando de 40 a 60 m. E a largura típica do rio Doce no trecho T11 (a 10 km a montante do reservatório de Candonga) é de 75 m (NHC, 2022). informações gerais dos trechos considerados do rio principal neste estudo estão apresentados na Tabela 1 e na Figura 1<sup>12</sup>.

**Tabela 1 – Descrição dos trechos estudados.**

TRECHO	DESCRIÇÃO	COMP. (km) *	RK <sup>13</sup> (aprox.)
6	R. Gualaxo do Norte, mont. do Cór. Santarém (área de remanso durante o evento)	5,9	113,1 - 119,0
7	R. Gualaxo do Norte, a jusante da confluência	3,6	109,5 - 113,1
8	Rio Gualaxo do Norte na região da PCH (1) Bicas (cascata e majoritariamente confinado)	8,9	100,6 - 109,5
9	Rio Gualaxo do Norte a jusante da região da PCH Bicas (maiores planícies aluviais)	58,1	42,5 - 100,6
10	Rio do Carmo	25,6	16,9 - 42,5
11	R. Doce a mont. do reservatório de Candonga	6,1	10,8 – 16,9
Total		108,2	

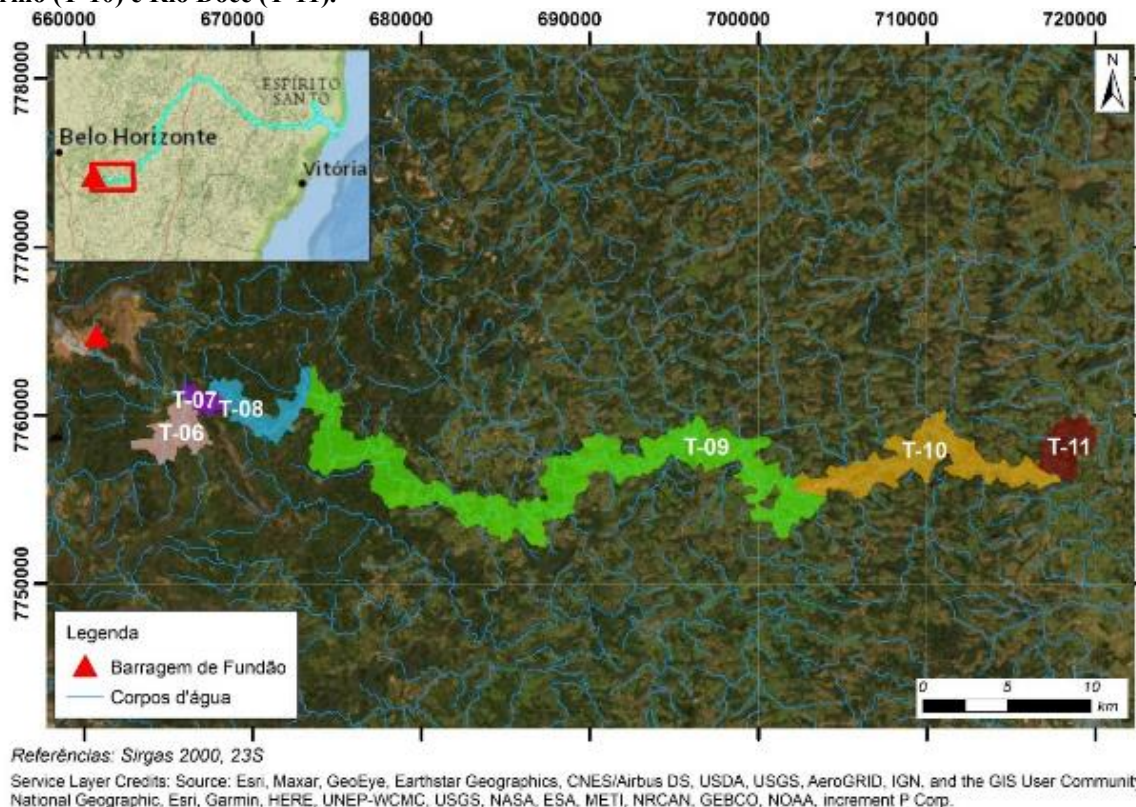
\* O comprimento apresentado foi medido com base na linha central dos rios delimitada no âmbito do estudo de mapeamento de habitats (NHC, 2022) e é ligeiramente diferente do comprimento apresentado nos PMR, o qual apresenta 111,2 km de comprimento total do trecho T06 ao T11, comparados aos 108,2 km medidos no estudo.

<sup>11</sup> As áreas de drenagem foram delimitadas com base em modelo digital de terreno desenvolvido a partir das informações coletadas da SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission* - <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>.

<sup>12</sup> Todos os valores apresentados neste parágrafo são valores aproximados.

<sup>13</sup> Foi adotada a nomenclatura típica da área de geomorfologia fluvial de “quilômetro do rio” (do inglês *river kilometer*). Apesar de se localizar fora da área de estudo, adotou-se como referência de ponto de início (“ponto zero”) a barragem da UHE Risoleta Neves, popularmente conhecida como Candonga, por se tratar de uma estrutura física de grande relevância local. A distância é contada de jusante para montante ao longo da linha central dos rios.

**Figura 1 – Área de estudo e trechos do PMR correspondentes ao Rio Gualaxo do Norte (T06 a T09), Rio do Carmo (T-10) e Rio Doce (T-11).**



## 4. Abordagem e premissas

Os estudos geomorfológicos que apresentam informações das características físicas dos rios após o rompimento (LACTEC, 2020; CH2M, 2017; GOLDBERGER, 2016) apontam que a heterogeneidade comum a rios (em especial a profundidade, velocidade de fluxo e material do leito), foi reduzida com a passagem da onda de rejeitos (erosão do leito natural seguida de deposição de material predominantemente fino). O retorno de condições similares as do momento pré-rompimento é um forte indicador de o sistema fluvial estaria apto e forneceria condições ao retorno da vida em abundância e diversidade similares à de momentos anteriores ao rompimento, no entanto, fatores como impactos causados por outros agentes não relacionados com o rompimento (i.e., mineração ilegal, lançamento de efluentes, entre outros) podem, eventualmente, contribuir para inibição do retorno da biodiversidade. Além de serem fortemente influenciáveis por fatores externos, a riqueza e abundância da biodiversidade sofre influência da sazonalidade.

Deve-se também considerar que uma população de indivíduos leva tempo para se desenvolver até sua maturidade, em outras palavras, uma vez que o sistema fluvial proporcione

condições de colonização (recuperação dos habitats físicos) ainda pode levar um tempo para que abundância e diversidade se recuperem.

Já as características físicas de um rio são definidas de maneira cumulativa pelos processos físicos de transporte de sedimentos, que por sua vez são definidos pelo regime hidráulico e hidrológico, correspondendo a uma espécie de registro histórico.

Ainda que o objetivo fim de intervenções de renaturalização seja a promoção da diversidade e abundância de espécies aquáticas, este objetivo é alcançado por alterações das características físicas do rio. As estruturas implantadas, sejam elas troncos, blocos de rocha, feixes de vegetação, sejam eles combinados ou de maneira individual, obstruem parcialmente o fluxo d'água gerando diversificação no padrão de escoamento, que, por sua vez, produz diversificação das características do material de leito e dos habitats físicos. No caso de estruturas relativamente pequenas, sua influência na geomorfologia do rio é geralmente limitada as imediações das estruturas, escala de microhabitats, enquanto estruturas maiores, ou uma combinação de várias pequenas estruturas, podem influenciar a geomorfologia do rio em um trecho de comprimento equivalente à várias vezes a largura do rio, escala de mesohabitats.

Considerando o exposto e o embasamento teórico sobre os processos de recuperação de rios (MONTGOMERY & BUFFINGTON, 1997,1998; WEGSCHEIDER et. al, 2020; CURTIS & GUERRERO, 2015; RINALDI et. al, 2015), adotou-se como parâmetro de avaliação as características físicas dos rios, sumarizadas pela presença de habitats físicos, para a definição das áreas eletivas a intervenções de renaturalização.

Habitats físicos podem ser definidos como uma composição de áreas que possuem características físicas morfológicas (material predominante na camada ativa, superficial, e forma do leito) e características hidráulicas (profundidade e velocidade do escoamento) distintas. Esses trechos de diferentes naturezas fornecem também habitats distintos para os organismos aquáticos (MONTGOMERY & BUFFINGTON, 1997, 1998; BISSON et. al, 2017). A Tabela 2 apresenta características e a Figura 2 ilustra a estrutura conceitual das classes de habitats físicos (escala de mesohabitats) utilizados no estudo de mapeamento de habitats (NHC, 2022) e no presente trabalho<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Ressalta-se que existem outras formas de classificação de habitats físicos mais e menos detalhadas. A escolha pelo uso de quatro “macro” classes (mesohabitats) teve como base a escala e os objetivos do estudo de mapeamento de habitats. Maiores detalhes em NHC (2022).

Logo após o rompimento da barragem, os rios do trecho impactado a montante de Candonga possuíam geometria simplificada com pouca ou nenhuma heterogeneidade hidráulica e leito formado predominantemente por material fino, formação que pode ser classificada como habitat do tipo rápido. A presença de habitats da classe corredeiras é um fator importante na avaliação da recuperação das características físicas dos rios, isso porque trata-se de um tipo de habitat que não existia imediatamente após o rompimento. O mesmo pode ser dito em relação a qualquer tipo diversidade de habitats físicos (i.e., alternância entre rápidos e outras classes de habitats). Deste modo, o aumento da diversidade, bem como qualquer identificação de habitats do tipo remansos/poços, corredeiras e cascatas, e identificação de material grosseiro (i.e., cascalho ou maior), são indícios de recuperação das características físicas dos rios. Deste modo, intervenções de renaturalização seriam recomendadas em áreas com predomínio de rápidos e baixa diversidade de habitats físicos.

Até o momento da elaboração deste relatório, se encontravam disponíveis resultados do mapeamento de habitats dos rios dos trechos T06 à T11 para o ano de 2021, e informações do valor de referência quanto a presença percentual de corredeiras (NHC, 2022) sendo essa a informação base adotada na avaliação de áreas eletivas a expansão das intervenções de renaturalização.

Figura 2 – Estrutura conceitual dos habitats físicos utilizados no mapeamento sistemático do canal fluvial.

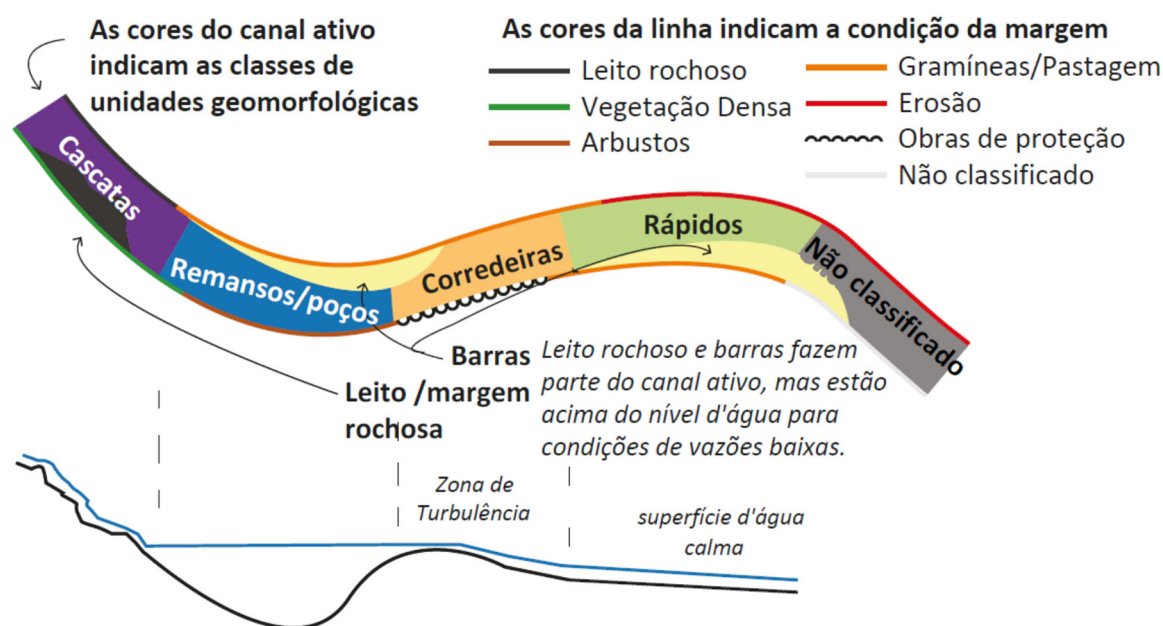


Tabela 2 – Classes de habitats físicos utilizados no mapeamento sistemático do canal fluvial.

CLASSE	FORMA TOPOGRÁFICA	VELOCIDADE DO FLUXO EM CONDIÇÕES DE BAIXA VAZÃO	PROFUNDIDADE RELATIVA
Poço/remanso ( <i>pools</i> )	Leito côncavo, ponto mais profundo substancialmente abaixo do leito, em algum ponto a jusante	Lenta	Profunda
Rápido(s) ( <i>runs/glides</i> )	Leito plano com gradiente moderado abaixo. Superfície da água levemente inclinada.	Moderado a lento	Moderado
Corredeira ( <i>riffles</i> )	Leito plano, frequentemente pontos altos locais ao longo do perfil talvegue	Rápido, turbulento	Raso
Cascata ( <i>cascades</i> )	Leito com inclinação íngreme.	Muito rápido (supercrítico)	Raso

#### 4.1. Estimativa da extensão das áreas eletivas para expansão da renaturalização

A presença percentual de habitats do tipo corredeira<sup>15</sup> foi assumida como principal parâmetros de seleção, pois se trata de um tipo de habitat que não era presente logo após o rompimento da barragem. Originalmente, os resultados do mapeamento de habitats nos rios impactados foram processados em segmentos de análise de comprimento de 1,0 km, adotando como marco zero do estaqueamento a barragem da UHE Candonga e sendo medida a distância de jusante para montante ao longo da linha central dos rios. Foi adotada a nomenclatura típica da área de geomorfologia fluvial *River Kilometer* (“quilômetro do rio”) abreviado para RK.

A premissa inicial deste trabalho era de que as áreas eletivas para expansão da renaturalização nos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce (T06 à T11) deveriam estar localizadas nos trechos em que a presença de corredeiras fosse inferior ao valor de referência, e seriam então selecionados segmentos que apresentassem a menor presença de corredeiras. No entanto, os resultados da comparação entre a presença média de corredeiras no ano de 2021 e a condição de referência para cada rio de maneira individual, mostram que, apesar de o valor de presença

<sup>15</sup> É calculado dividindo-se a área ocupada por corredeiras pela área total do canal molhado do trecho de análise.

de corredeiras em 2021 ser maior que o valor médio calculado como referência, existem alguns segmentos com presença de corredeiras menor que o valor médio da referência e com predomínio de habitat do tipo “rápido”. Ainda que os resultados indiquem que rios apresentam em média condições de presença de corredeiras equivalentes ou superiores a referência, foram pré-selecionados para análise os segmentos com presença de corredeiras abaixo do valor médio de referência.

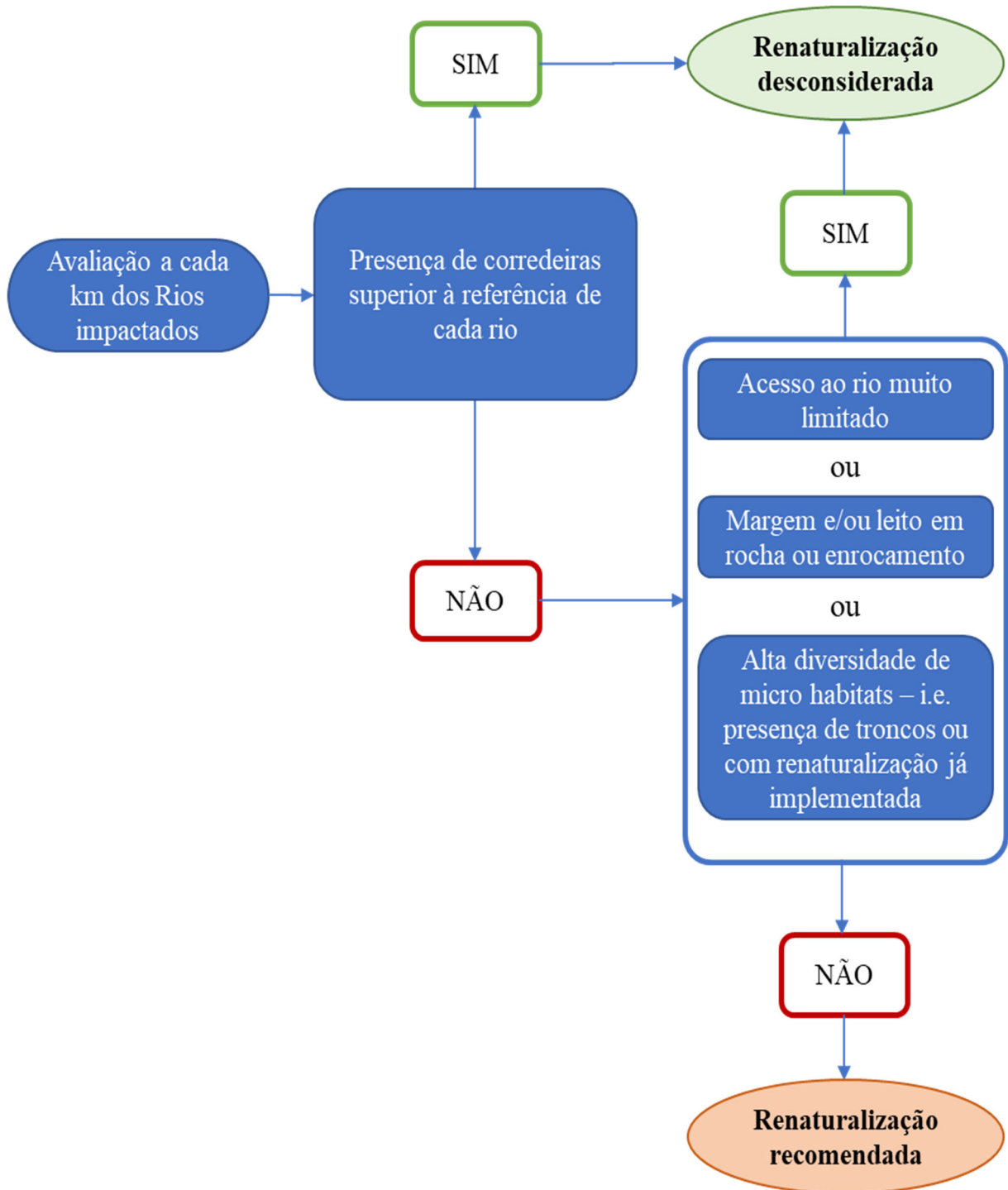
Das áreas pré-selecionadas foram excluídas aquelas com: presença de fatores limitantes a instalação da renaturalização (como ausência de acesso ao rio, presença de leito e margens rochosos, e margens com proteção de enrocamento); já possuem diversidade local de microhabitats (avaliação qualitativa), por exemplo locais em que já foi implantada renaturalização; com grande alternância entre classes de habitats (diversidade local); e, no caso dos rios do Carmo e Doce, locais com similaridade com a condição anterior ao rompimento<sup>16</sup> e locais junto a região urbana de Barra Longa que é avaliada quanto a problemas de enchentes. A extensão estimada da área propícia a receber atividades de renaturalização corresponde a soma dos segmentos selecionados. A Figura 13 apresenta o fluxograma de tomada de decisão nessa etapa.

Ressalta-se que o procedimento adotado deve ser encarado como um passo inicial para a eventual implantação a ser executada, e que a realização de uma inspeção de campo para verificação das condições atuais é fundamental para definição dos locais.

---

<sup>16</sup> A definição da condição de referência dos rios do Carmo e Doce (T10 e T11) foi baseado em informações históricas, podendo ser realizada uma comparação direta da situação atual (2021) com a situação pré-rompimento. No caso do rio Gualaxo do Norte a condição de referência foi baseada em rios da região, pois as imagens de satélite anteriores ao rompimento não apresentam boa visibilidade do leito do rio (menor largura e presença de vegetação em significativa porção do rio).

Figura 3 – Fluxograma para seleção dos trechos recomendados às atividades de renaturalização.



## 5. Limitações e incertezas

Apesar da análise tomar como base as melhores informações disponíveis, elas correspondem à situação dos habitats no ano de 2021. Ainda que a situação atual tenha mudado, acredita-se que o padrão espacial da diversidade de habitats tenha se mantido similar. Em outras palavras, ainda que se espere que atualmente a diversidade de habitats e presença de corredeiras seja maior que no ano de 2021, acredita-se que os locais que possuíam menor diversidade de habitats e menor presença de corredeiras em 2021 continuam semelhantes. Isso implica que a extensão estimada nesse documento pode estar superestimada, e poderá ser reduzida na fase de avaliação de campo.

Conforme mencionado anteriormente, a estimativa de extensão apresentada corresponde a uma avaliação inicial, e análises complementares, incluindo avaliação em campo, são necessárias para a definição do(s) trecho(s) de implantação. Outro ponto a ser considerado é que a presente análise não leva em conta a possibilidade de os proprietários da terra não darem anuência para a execução das atividades. Ainda deve ser considerada a necessidade de obtenção de licenças ambientais para a implantação das atividades. Deste modo, destaca-se que a extensão estimada pelo presente trabalho poderá ser revisada durante a fase de projeto.

## 6. Resultados

Em média, o valor de referência para presença de corredeiras no rio Gualaxo do Norte é de 27,4% (T06 ao T09), no rio Carmo de 18,2% (T10) e no rio Doce é 13,0% (T11) (NHC,2022). Os valores por RK são apresentados no Apêndice A.

Já no ano de 2019 os valores médios para presença de corredeiras nos trechos T10 (18,1%) e T11 (15,0%) se encontravam na mesma ordem de grandeza que os valores de referência. Em 2021 a presença de corredeiras era ainda maior no rio do Carmo e rio Doce (26,1 e 17,0 %, respectivamente). No T11 nenhum segmento apresenta valores de presença de corredeiras significativamente menores que o valor médio de referência, e no T10 o RK-17, RK-21, RK-33, RK-36, RK-37, RK-41 e RK-42. Os RK-41 e RK-42 se localizam próximo a região urbana de Barra Longa na área que é avaliada quanto a problemas de enchentes. Adicionalmente, nos segmentos apontados, a condição observada em 2021 se apresentou muito similar a condição pré-rompimento em todos esses segmentos, sendo observado presença de

bancos de sedimentos, áreas rasas e ilhas fluviais nos mesmos locais e em dimensão similares, conforme pode ser observado nos exemplos das Figura 4 e Figura 5.

Destaca-se também as diversas ocorrências de afloramentos rochosos, ilhas e múltiplos canais, e o padrão observado de alternância entre trechos de corredeira e de outros habitats, denotando características de heterogeneidade aos segmentos.

Desta maneira, considerando os critérios adotados, não se recomenda a implantação de estruturas de renaturalização em nenhum segmento nos rios do Carmo e Doce.

**Figura 4 – Parte da área de abrangência do RK-21. a) imagem da estação seca de 2014 do RK-21, antes do rompimento; b) Imagem da estação seca de 2021 do RK-21; c) imagem da estação seca de 2014 do RK-33, antes do rompimento (Fonte: Google Earth Pro, 2022); e d) Imagem da estação seca de 2021 do RK-33. Nota-se a grande semelhança da localização e dimensão de estruturas como bancos de sedimentos, áreas rasas e ilhas fluviais.**

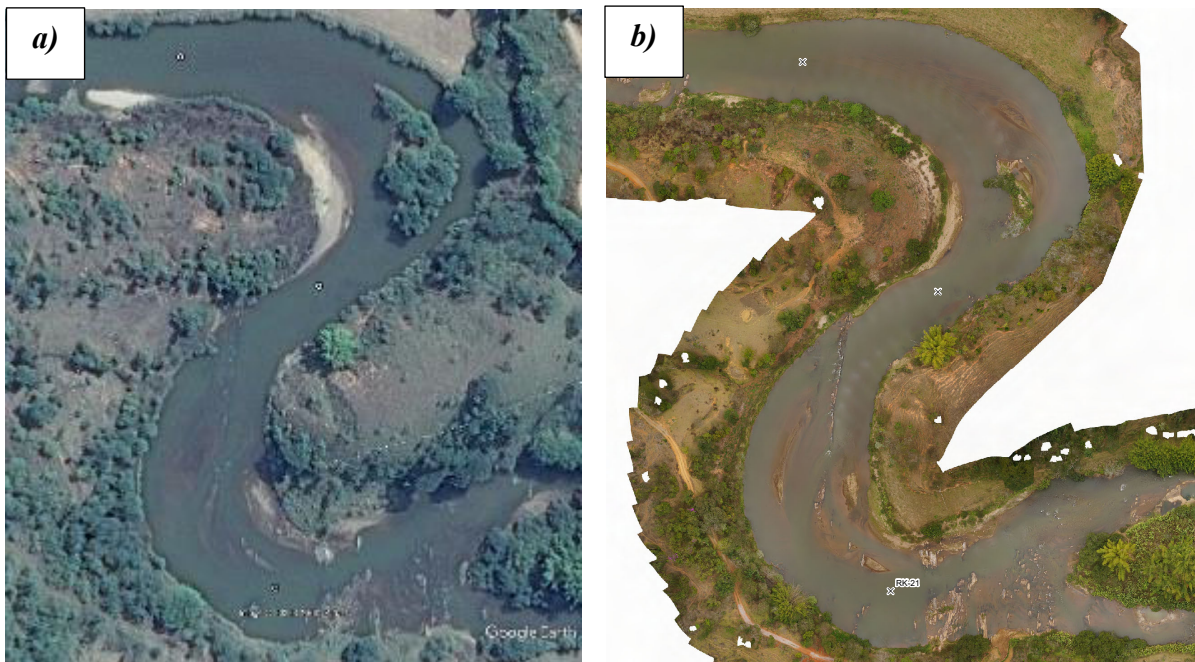
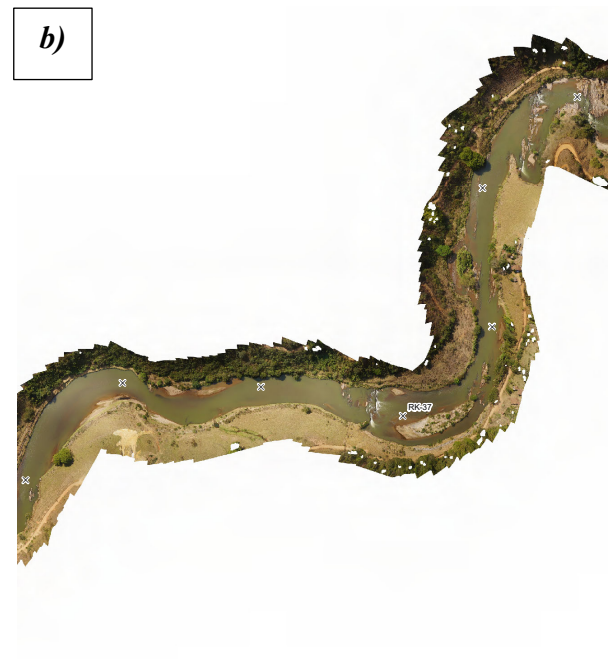
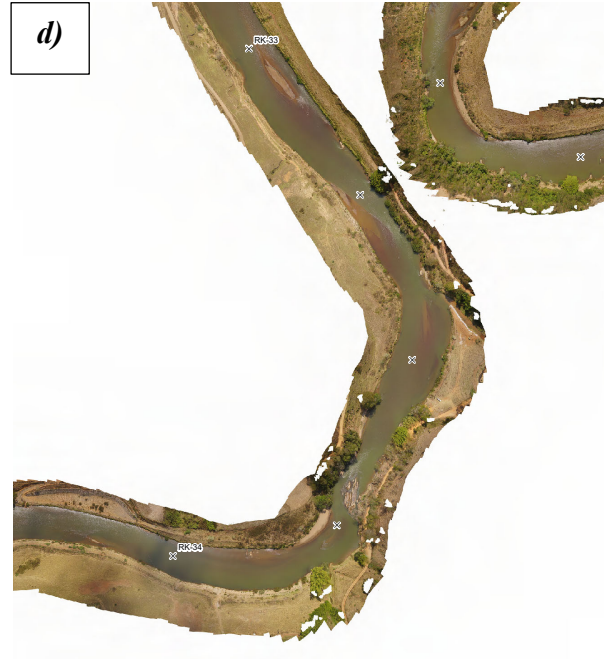


Figura 5 – Parte da área de abrangência do RK-33 (imagens “a” e “b”), e parte da área de abrangência do RK-RK-36/37 9 (imagens “c” e “d”). a) imagem da estação seca de 2014 do RK-33, antes do rompimento (Fonte: Google Earth Pro, 2022); b) Imagem da estação seca de 2021 do RK-33; c) Imagem da estação seca de 2014 do RK-36/37, antes do rompimento (Fonte: Google Earth Pro, 2022); e d) imagem da estação seca de 2021 do RK-36/37. Nota-se a grande semelhança da localização e dimensão de estruturas como bancos de sedimentos, áreas rasas e ilhas fluviais.



No rio Gualaxo do Norte, os resultados preliminares da presença de corredeiras para cada RK apontaram um total de 9 segmentos com valores inferiores a referência<sup>17</sup>, mas desses 7 foram excluídos da seleção pelos critérios mencionados no item 4.1, sendo selecionados somente 2. A Tabela 3 apresenta em resumo a análise realizada. Da Figura 6 a Figura 11 são apresentados os locais avaliados em que não é recomendado a implantação de renaturalização, conforme a ordem apresentada na Tabela 3.

**Tabela 3 – Descrição dos trechos estudados.**

RK	Diversidade e alternância de Habitats	Margem e/ou leito rochoso	Renaturalização já implantada	Acesso limitado	Outros	Avaliação
45	X	X				Não recomendado
57	X					Não recomendado
63	X	X				Não recomendado
70						<b>Recomendado Renaturalização</b>
91			X			Não recomendado
96/97				X		Não recomendado
100						<b>Recomendado Renaturalização</b>
104					X*	Não recomendado
111			X	X		Não recomendado

\* Trecho imediatamente a montante da soleira da PCH Bicas. Avalia-se que a predominância da presença de habitats do tipo rápido é causada pelo efeito de remanso da estrutura.

<sup>17</sup> O RK-42 não foi pré-selecionado por possuir metade de sua extensão no rio do Carmo, sendo esse um dos fatores que causam a menor presença de corredeiras, associado ao remanso típico observado junto a confluências de rios.

Figura 6 – Parte da área de abrangência do RK-45, imagem da estação seca de 2021. Nota-se a diversidade e alternância entre as classes de habitats e presença de corredeiras, especialmente ao longo e após a primeira grande curva.



Figura 7 – Parte da área de abrangência do RK-57, imagem da estação seca de 2021. Nota-se a diversidade e alternância entre as classes de habitats.



Figura 8 – Parte da área de abrangência do RK-63, imagem da estação seca de 2021. Nota-se a presença de leito e margens rochosas que, além de denotar diversidade em escala de microhabitats, dificultariam, ou mesmo impediriam, a instalação das estruturas de renaturalização.

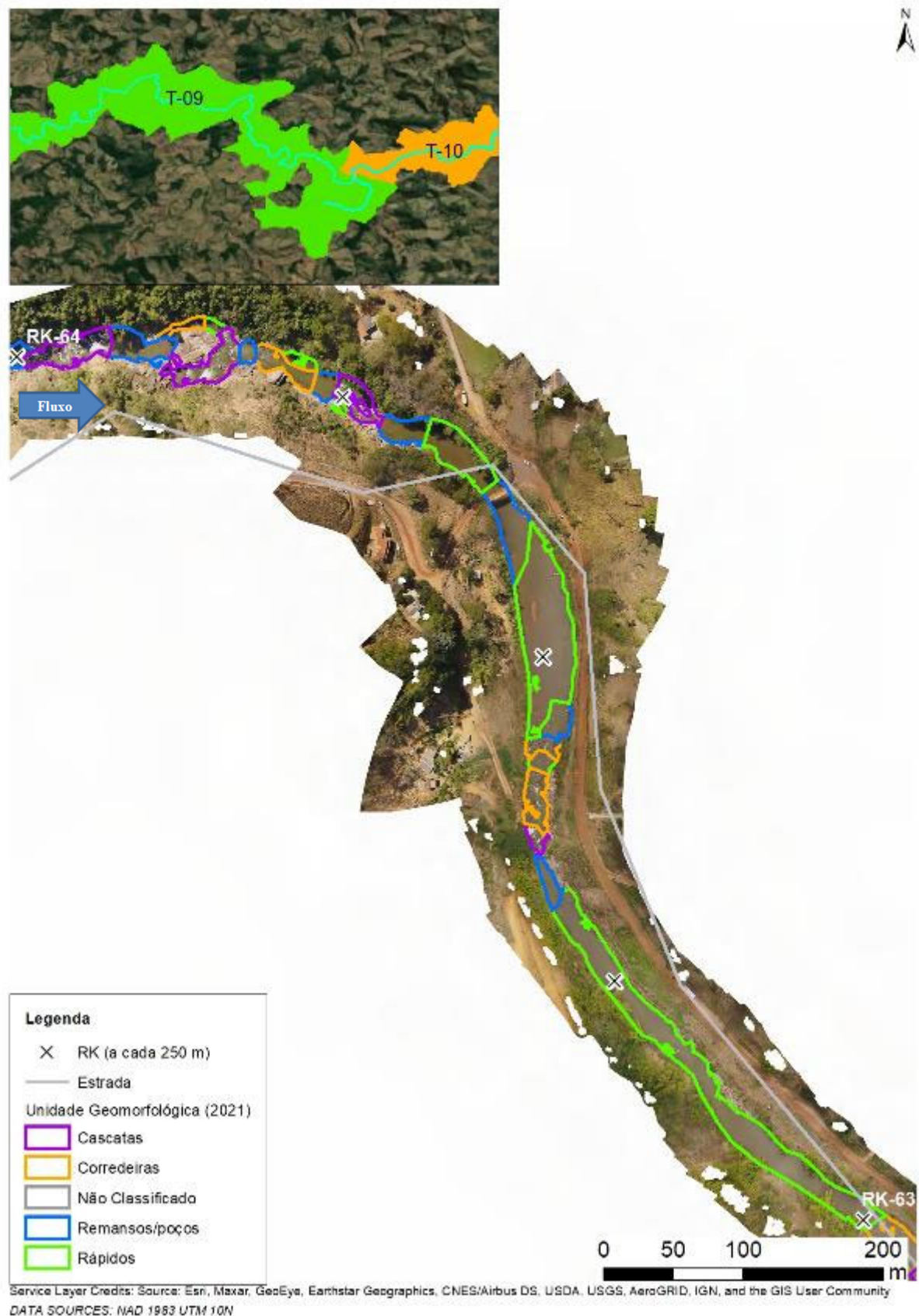
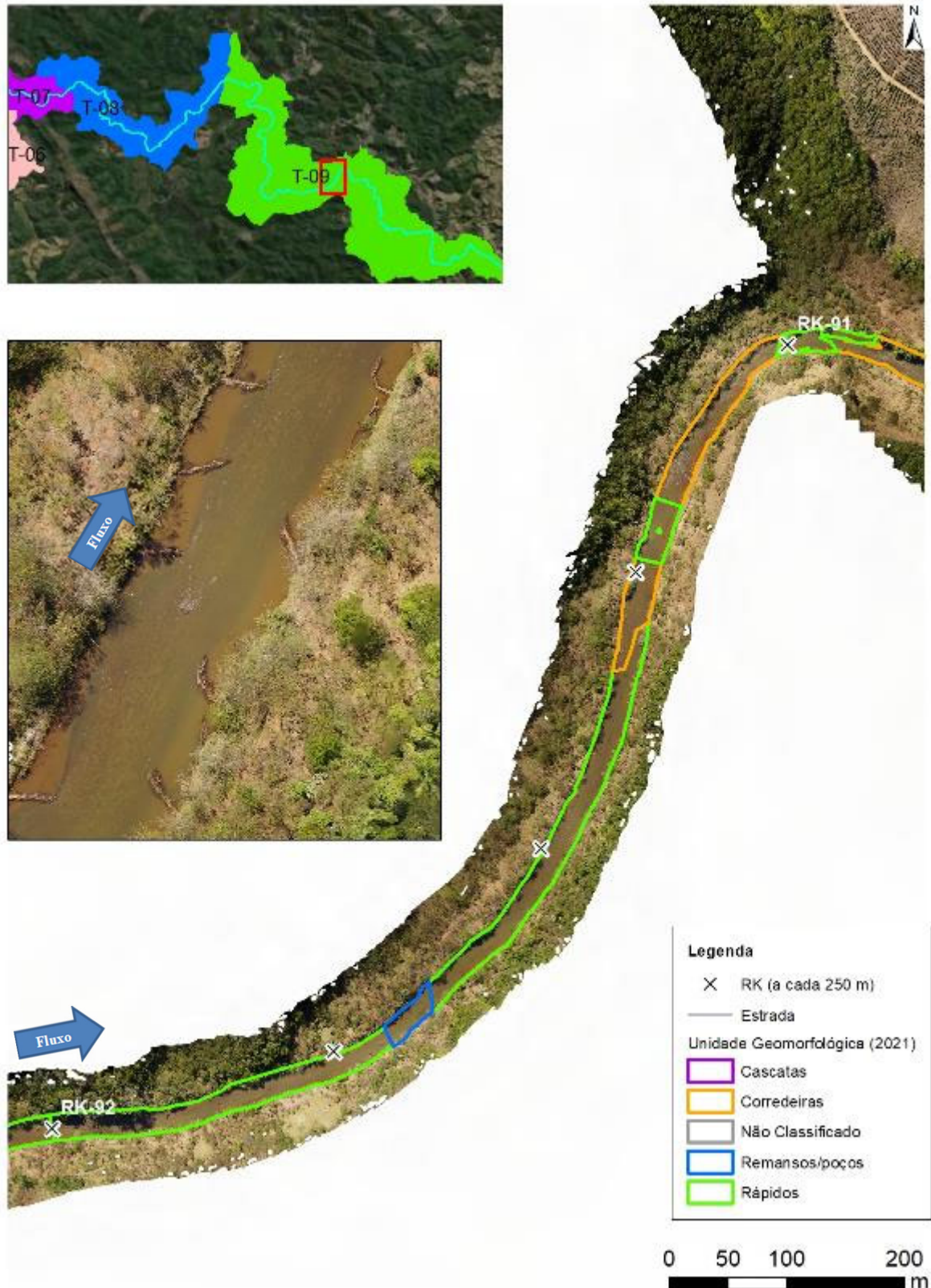


Figura 9 – Parte da área de abrangência do RK-91, imagem da estação seca de 2021. Este trecho corresponde a parte de jusante do PER. Imagem em detalhe ilustra o papel das estruturas na diversificação de microhabitats, a coloração marrom homogênea caracteriza o típico acúmulo de material mais fino (areia ou menor) junto as estruturas e a a textura na região central indica presença de cascalho ou material maior.



Service Layer Credits: Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community  
DATA SOURCES: NAD 1983 UTM 10N

Figura 10 – Parte da área de abrangência do RK-96/97, imagem da estação seca de 2021. As áreas com predomínio de habitat do tipo rápido (do local próximo ao banco de sedimento apresentado a montante da imagem, até a corredeira antes da última curva apresentada na imagem) não possui acesso aparente.

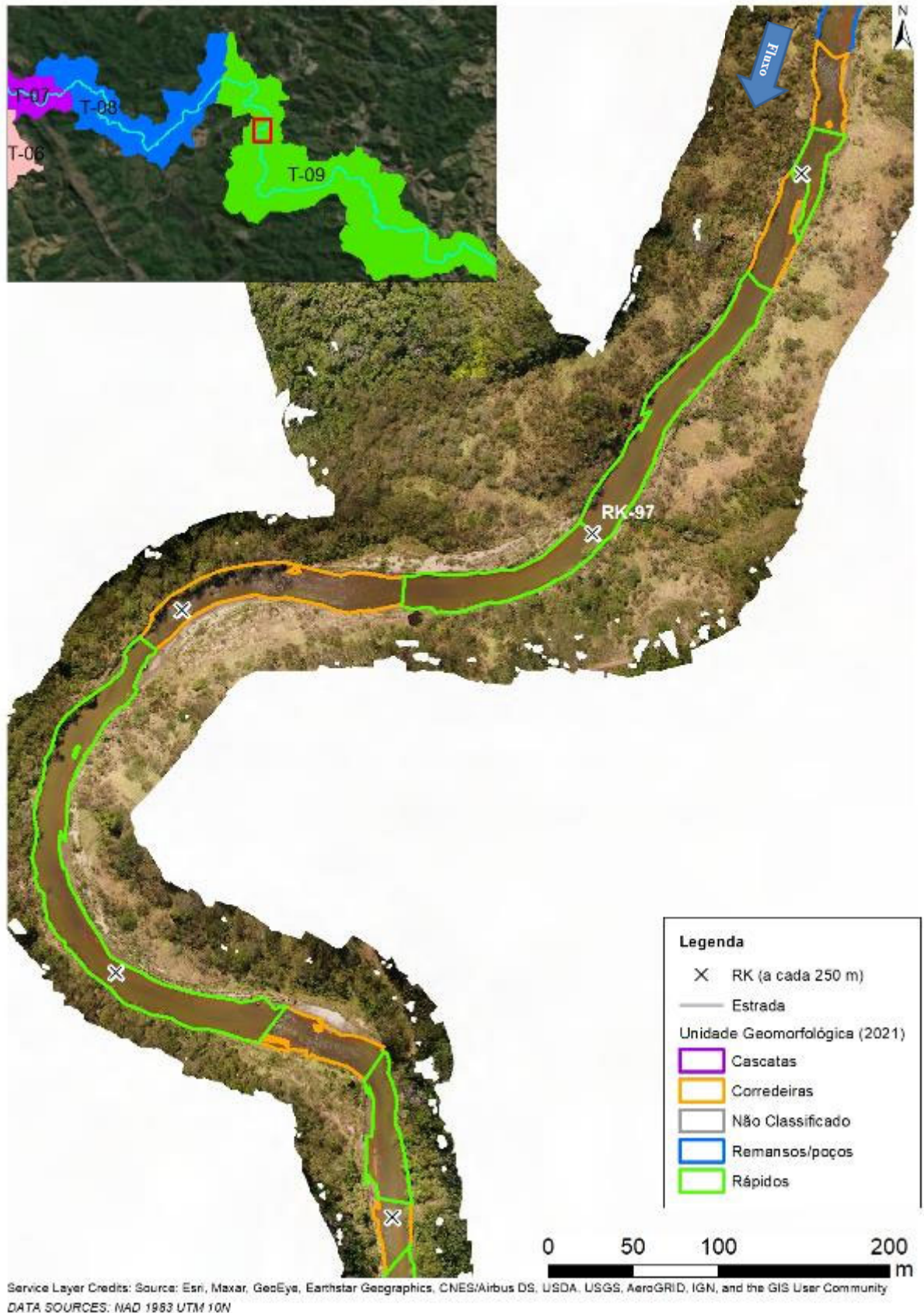


Figura 11 – Parte da área de abrangência do RK-99, imagem da estação seca de 2021. Nota-se a diversidade e alternância entre as classes de habitats.

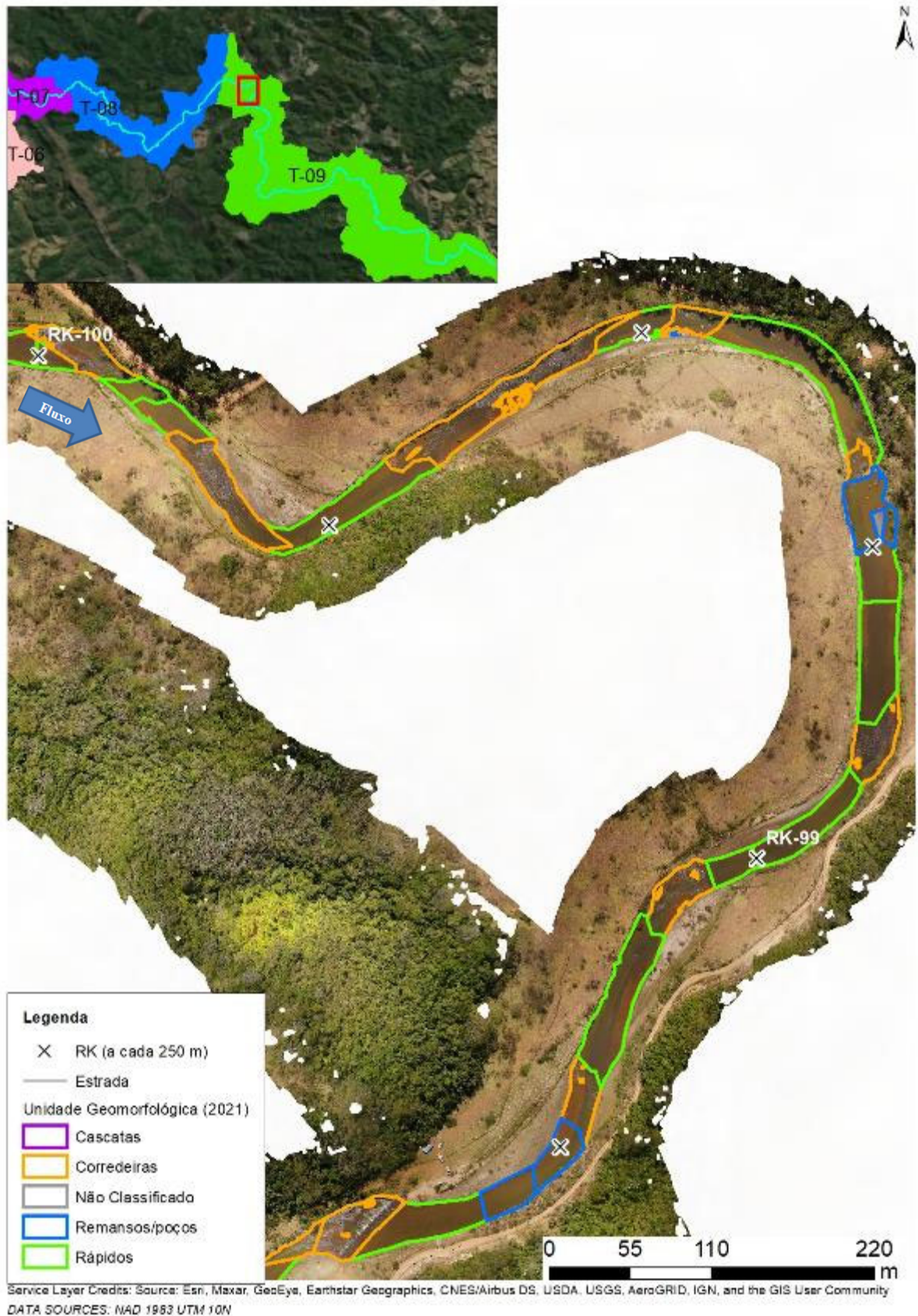


Figura 12 – Parte da área de abrangência do RK-104, imagem da estação seca de 2021. Nota-se a soleira da PCH Bicas no trecho de jusante da imagem, imediatamente antes do início do trecho encachoeirado. Avalia-se que a predominância da presença de habitats do tipo rápido é causada pelo efeito de remanso da estrutura.

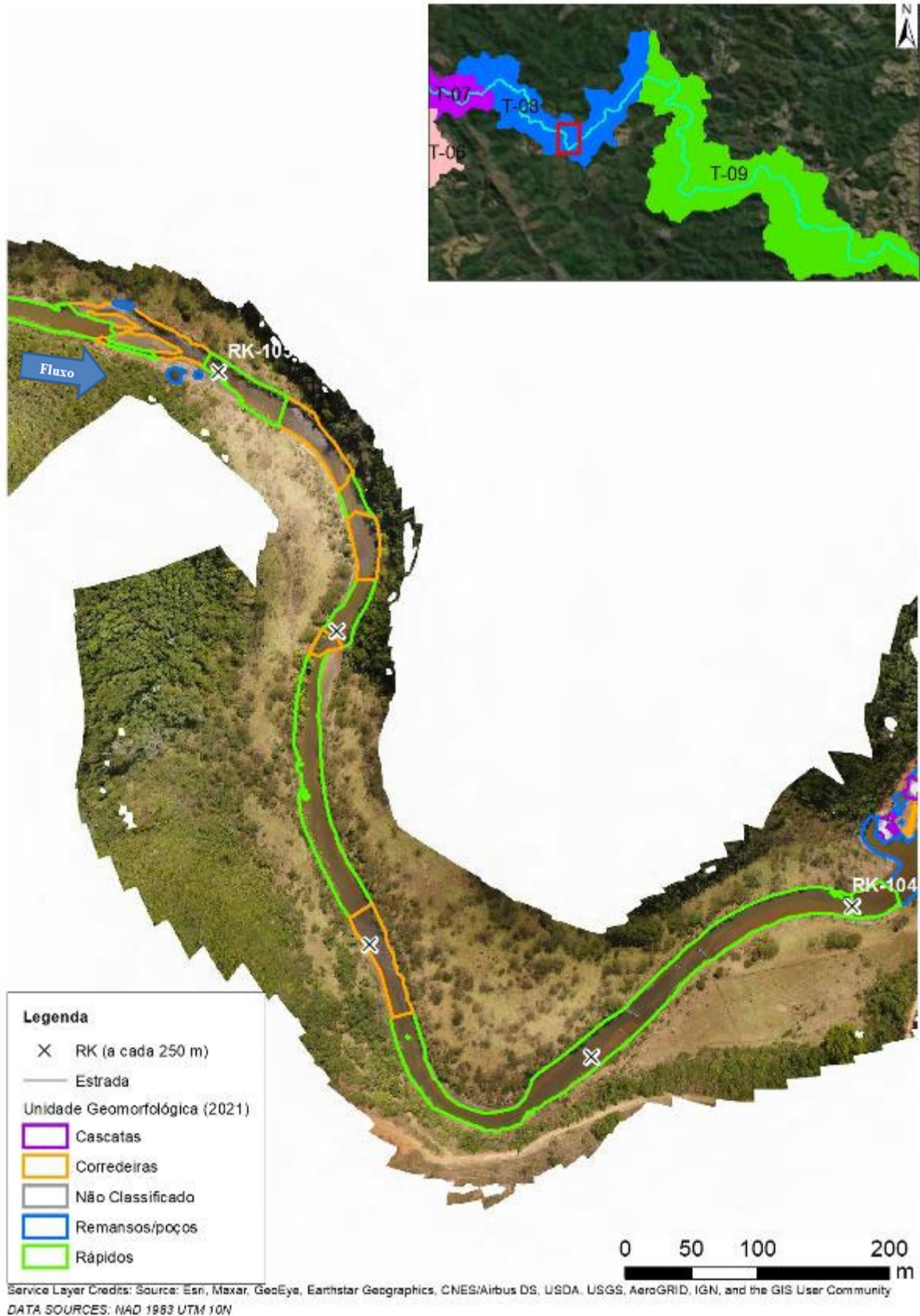
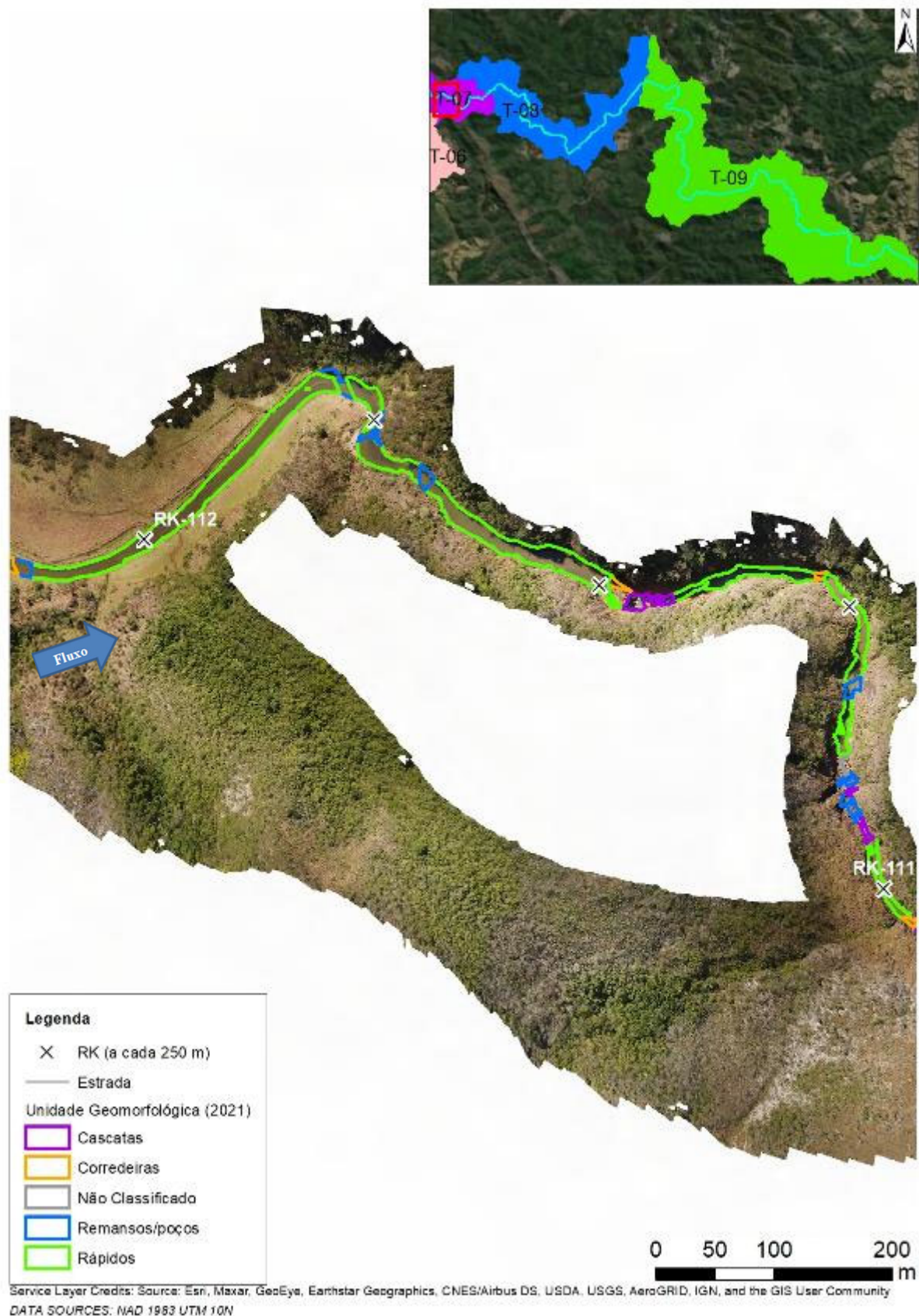


Figura 13 – Parte da área de abrangência do RK-111, imagem da estação seca de 2021. O trecho mais a jusante corresponde a um cânion de leito e margens rochoso e sem acesso. O trecho mais a montante corresponde a área de implantação do PPR do trecho T07.



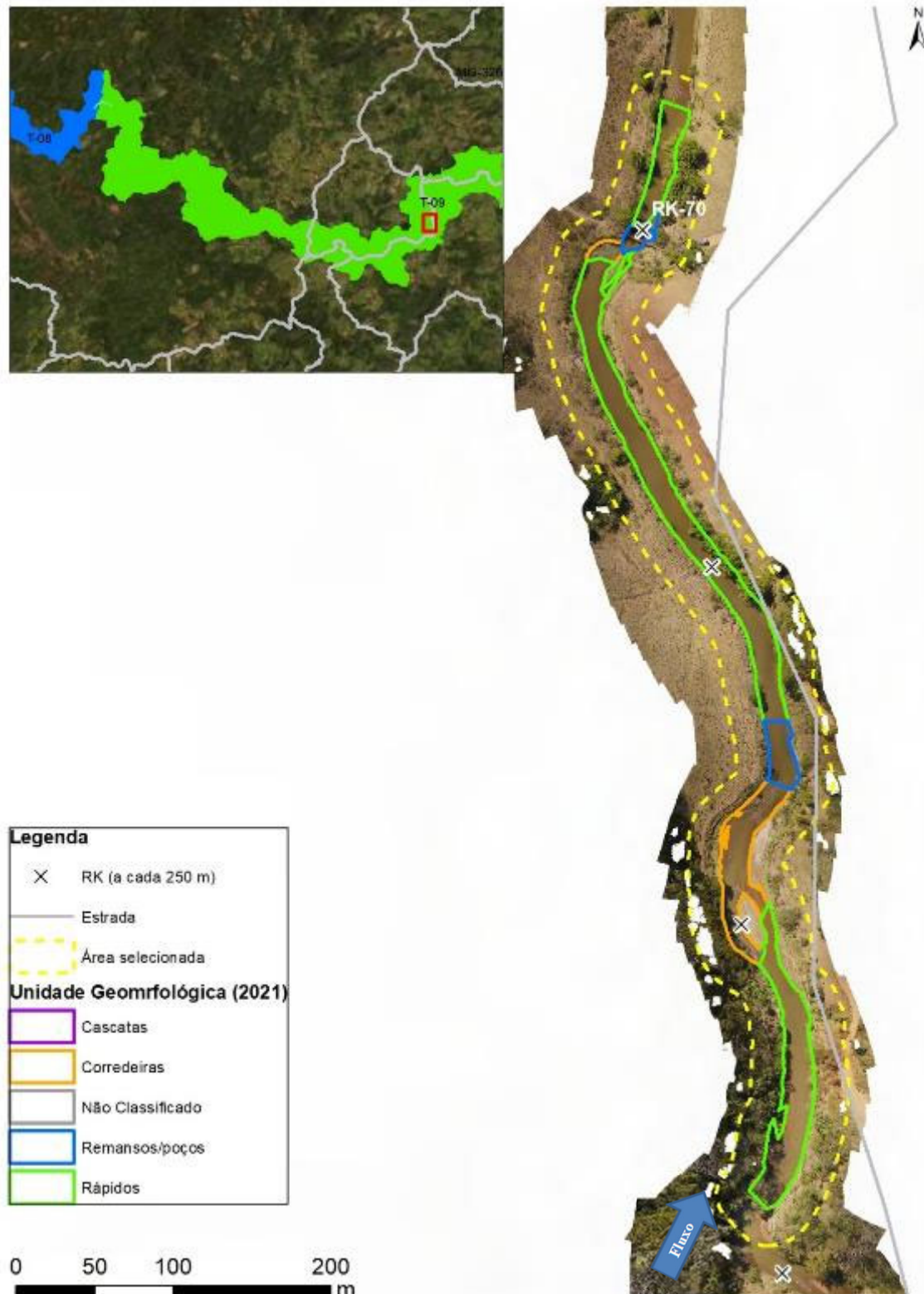
## 6.1. Áreas Seleccionadas

O rio Gualaxo do Norte já apresenta, em média, percentual de corredeiras acima da média regional (valor de referência). Apesar disso, com base nos resultados do mapeamento de habitats para o ano de 2021 e a estimativa da condição de referência, foram classificados dois trechos ao longo do rio Gualaxo do Norte, que totalizam menos de 2 km, elegíveis à implantação de atividades de renaturalização. Os segmentos seleccionados correspondem a área de abrangência próximas do RK-70 e do RK100 (Figura 14 e Figura 15).

Ressalta-se que a situação atual pode ter mudado desde 2021, espera-se que tenha ocorrido o aumento das corredeiras existentes e surgimento de novas corredeiras (continuidade da recuperação devido aos processos físicos de transporte de material pelas águas dos rios). Portanto, a extensão estimada nesse documento poderá ser reduzida durante a fase de avaliação de campo. Outro ponto a ser considerado é que a presente análise não leva em conta a questão de anuência dos proprietários da terra.

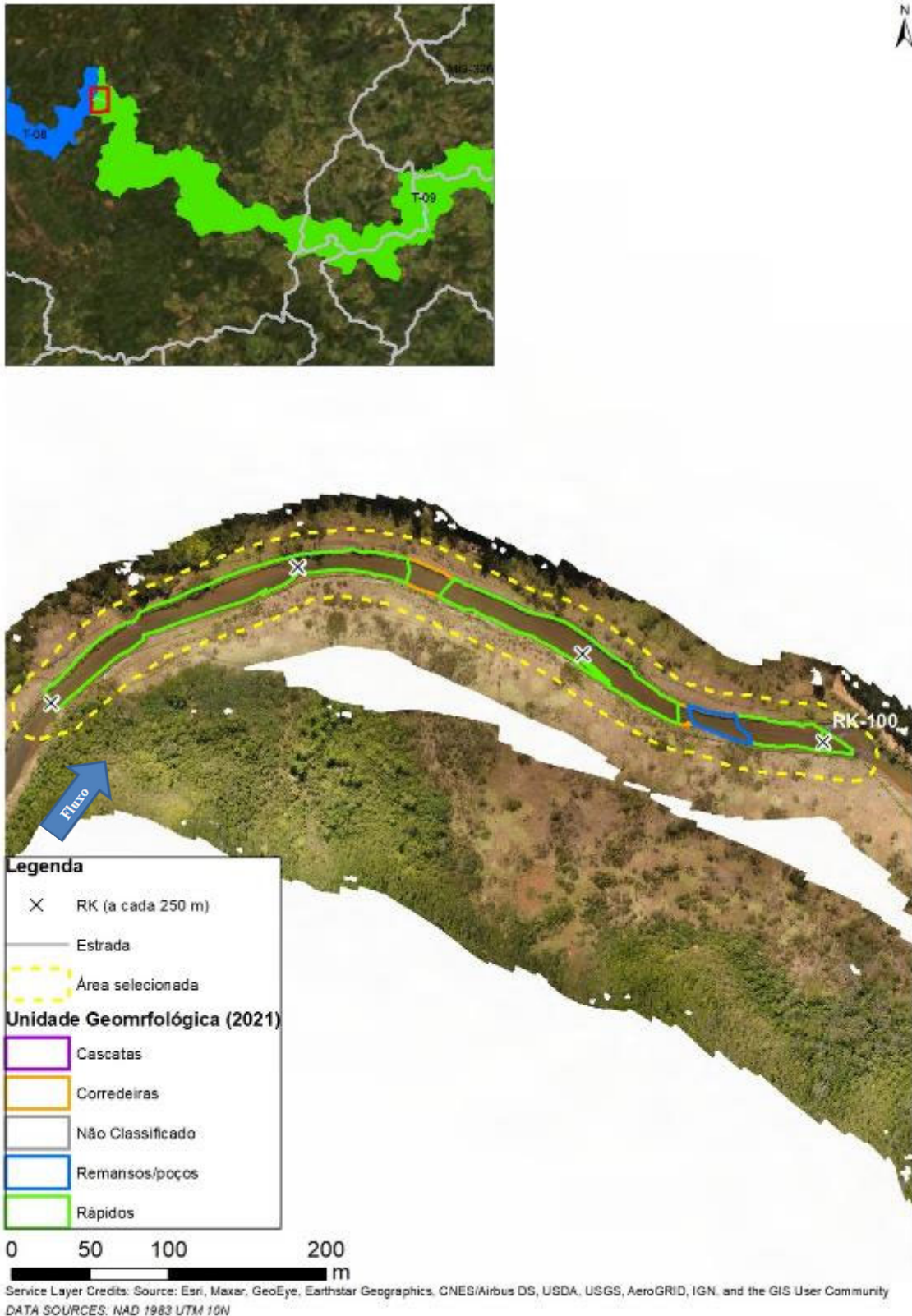
Num eventual cenário onde seja realizado o descomissionamento do dique S4, recomendamos a implantação de renaturalização no córrego Santarém ao longo de todo o trecho T05, correspondendo a uma extensão adicional de aproximadamente 2,0 km.

Figura 14 – Parte da área de abrangência do RK-70, imagem da estação seca de 2021. O segmento é predominantemente ocupado por habitats da classe rápidos, intercalados com pequenas corredeiras, não possui vegetação ciliar de grande porte, e estradas permitem acesso ao local. A implantação de renaturalização é recomendado nos locais não ocupados por corredeira, os quais estão destacados com linha pontilhada amarela, e se estendem desde imediatamente a jusante da marcação do RK-70 até próximo a curva mais acentuada apresentada mais a montante da imagem, onde se observa um trecho de estrada (coord. aprox.: Montante: Lat.: -20.2946° | Long.: 43.1940°; e Jusante: Lat.: -20.2886° | Long.: -43.1949°).



Service Layer Credits: Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community  
DATA SOURCES: NAD 1983 UTM 10N

Figura 15 – Parte da área de abrangência do RK-100, imagem da estação seca de 2021. O segmento é predominantemente ocupado por habitats rápidos, intercalados com pequenas corredeiras, não possui vegetação ciliar de grande porte, e estradas permitem acesso ao local. A implantação de renaturalização é recomendado nos locais não ocupados por corredeiras, os quais estão destacados com linha pontilhada amarela (coord. aprox.: Montante: Lat.: -20.2391° | Long.: -43.3423°; e Jusante: Lat.: -20.2394° | Long.: -43.3358°).



## 6.2. Seleção de tributários

Tipicamente os tributários e o rio principal são hidraulicamente conectados<sup>18</sup> e apresentam condições físicas distintas dos rios principais, favorecendo a heterogeneidade do ambiente aquático, além de serem locais de refúgio durante eventos de cheias. Neste contexto, avalia-se que a renaturalização de tributários (trechos próximos ao rio principal e que tiveram suas características alteradas pelo rompimento, direta ou indiretamente) é uma atividade que pode contribuir para a recuperação ambiental do sistema fluvial como um todo. Deve ser notado que a diferença expressiva no porte dos rios implica em diferenças no projeto de renaturalização do rio principal e dos tributários (dimensões, tipos e arranjo de estruturas), mas o conceito fundamental de se realizar intervenções para imitar a configuração “natural” é o mesmo, independente do porte do corpo d’água. Em rios de pequeno porte, como os tributários do trecho de estudo, tipicamente se utiliza uma combinação entre material lenhoso e estruturas de pequenos blocos de rocha dentro do canal ativo, e também combinado com revegetação na porção seca do canal e margens.

Não se tem informações detalhadas (i.e., imageamento o aéreo de alta resolução) para uma avaliação das características físicas dos tributários para se realizar uma seleção de quais poderiam ser alvo de atividades de recuperação de habitats e renaturalização<sup>19</sup>. As avaliações apresentadas nesse item tomaram como base imagens de satélite públicas (resolução espacial variando de 30 a 50 cm) e conhecimento prévio obtido com inspeções de campo realizadas no âmbito de outros estudos. Foram adotados três critérios principais para seleção<sup>20</sup>: alteração do traçado original (pré-rompimento); localização junto aos segmentos selecionados para implantação da renaturalização; e conectividade hidráulica com o rio principal.

Uma inspeção de campo foi conduzida de maneira independente pela Fundação Renova e equipe da empresa Progen no mês de agosto (PROGEN, 2022), sendo avaliada a largura dos tributários na sua confluência e altura do eventual desnível com o rio Gualaxo do Norte, condições de acesso, eventual alteração de traçado (retificação), além de registros

---

<sup>18</sup> Apresentam a lâmina d’água em altura similar (sem a presença se grande declividade de corredeiras ou quedas d’água), permitindo que indivíduos transitem com relativa facilidade.

<sup>19</sup> As imagens levantadas em 2021 no âmbito do estudo de mapeamento de habitats possuíam o objetivo de caracterizar os rios principais e possuem pouca cobertura da área dos tributários.

<sup>20</sup> A avaliação de tributários não faz parte do escopo original do estudo. Mediante solicitação da Fundação Renova, esta atividade foi incluída no escopo.

fotográficos e em vídeo<sup>21</sup>. Tributários pré-selecionados com largura na confluência menor que 2 metros foram desconsiderados devido ao relativo pequeno porte.

Recomendamos tributários que eventualmente estejam artificialmente desconectados do rio principal sejam reconectados (i.e., remoção do controle hidráulico que gera o desnível e rebaixamento do leito do tributário até nível compatível com o nível d'água do rio Gualaxo do Norte em condição de baixa vazão) e, devido a perturbação causada pelas obras de nivelamento do leito (remoção do atual leito para o rebaixamento), sejam renaturalizados. Deve ser notado que existem tributários que naturalmente não são conectados hidraulicamente com o rio principal, como por exemplo o tributário da margem esquerda próximo ao RK-66, e por se tratar de uma condição natural, esses não devem ser alterados.

A expressiva presença de vegetação nas planícies de inundação no momento antes do rompimento, em geral, dificulta a identificação do traçado original dos tributários. Apenas em um dos tributários foi identificado com base em imagens aéreas alteração do traçado original (pré-rompimento), o qual é recomendada sua renaturalização: TG29, córrego Paracatu de Cima próximo ao RK-80, imediatamente a jusante da ponte do Cruzeiro de Paracatu de Cima (Figura 19).

Os dois segmentos do rio Gualaxo do Norte selecionados possuem tributários em sua área direta de influência. O tributário TG14 se localiza próximo RK-100,70 na margem esquerda. As fotos e vídeos da inspeção de campo (PROGEN, 2022) indicam boa heterogeneidade e presença abundante de material grosseiro e algum material lenhoso, porém nota-se erosões nas margens. Ainda que não se avalie necessário intervenções diretamente no leito fluvial, recomenda-se a revegetação das margens e controle dos processos erosivos utilizando materiais naturais e nivelamento dos taludes. O tributário TG40 se localiza na margem esquerda próximo ao RK69,80, com base exclusivamente em imagens de satélite se estima uma extensão de 0,3 km<sup>22</sup> (Figura 20).

O tributário TG33 na margem esquerda próximo ao RK-73,75 apresenta boa heterogeneidade e presença abundante de material grosseiro, mas com erosões nas margens.

---

<sup>21</sup> Planilha de dados e fotos disponibilizados via e-mail enviado em 10/08/2022 pela Fundação Renova à NHC. (luiz.souza.crtf@fundacaorenova.org); Izabelle Silva Almeida (crtf\_isa@fundacaorenova.org); Melina Marsaro Alencar (melina.alencar@fundacaorenova.org); Fabio Zacarias Pereira (fabio.pereira@fundacaorenova.org). Título do e-mail: "RES: Alinhamento para visita aos tributários - Expansão Renaturalização".

<sup>22</sup> As informações fornecidas em PROGEN (2022) não incluíram esse tributário.

Nesse caso também se recomenda a revegetação das margens e controle dos processos erosivos utilizando materiais naturais e nivelamento dos taludes.

Em relação ao critério de conectividade hidráulica, com base nas informações disponibilizadas avaliações de imagens de satélite, selecionamos os seguintes tributários: TG11 (aprox. 0,3 km próximo ao TK106,25, margem direita), TG16 (aprox. 0,2 km próximo ao RK-97,75, margem esquerda) e TG26 (aprox. 0,1 km próximo ao 81,75, margem esquerda).

Em resumo, são recomendados para renaturalização os seguintes tributários: TG11, TG16, TG26, TG29 e TG40. Adicionalmente, recomenda-se que sejam realizadas atividades de revegetação e controle de erosão das margens dos tributários TG14 e TG33. Da Figura 16 a Figura 20 são apresentados sequencialmente os tributários selecionados.

Figura 16 – Tributário TG11 próximo ao RK-106,25. É observado um desnível de aproximadamente 0,40 m entre a lâmina d'água do tributário e do rio principal (PROGEN, 2022). O leito no trecho do desnível é aparentemente formado por encoramento e geotêxtil. Extensão estimada (destacada com linha pontilhada amarela) com base na extensão da área afetada e imagens aéreas: 0,3 km. (Coord. Aprox.: Montante: Lat.: -20,254366 | Long.: -43,377835°; e Jusante: Lat.: -20,251967° | Long.: -43,375).

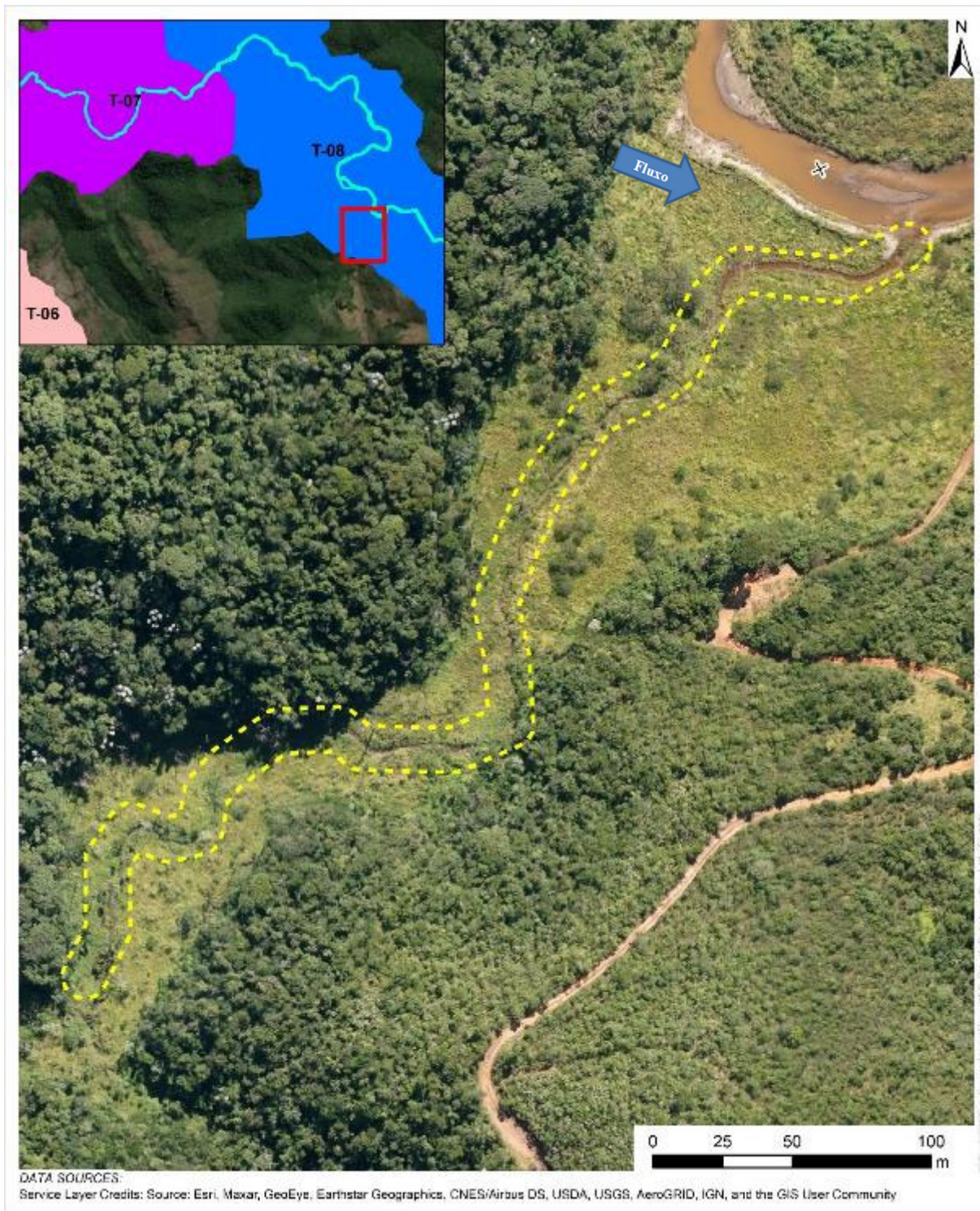


Figura 17 – Tributário TG16 próximo ao RK-97,75. Existe uma galeria e é observado um desnível de aproximadamente 0,50 m (PROGEN, 2022). O leito no trecho do desnível é aparentemente formado por encoramento. Extensão estimada (destacados com linha pontilhada amarela) com base na extensão da área afetada e imagens aéreas: 0,2 km. (Coord. aprox.: Montante: Lat.: -20,2463763533° | Long.: -43,3272°; e Jusante: Lat.: -20,2474097223° | Long.: - 43,32776°).

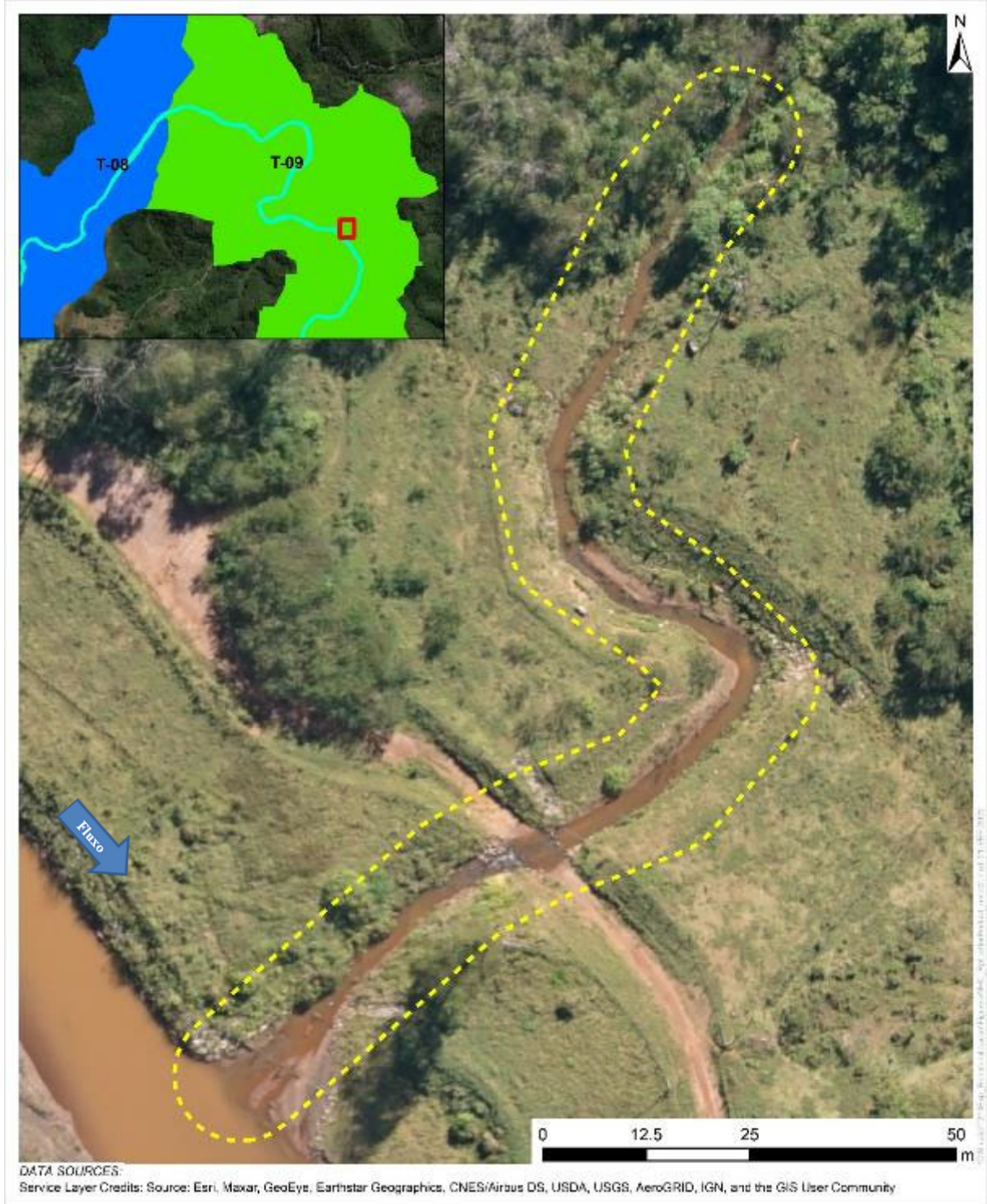


Figura 18 – Tributário TG26 próximo ao RK-81,75. Existe uma galeria que criou um desnível (base da galeria mais elevada que o nível d'água do rio Gualaxo do Norte) de aproximadamente 0,65 m (PROGEN, 2022). Extensão estimada com base na extensão da área afetada e imagens aéreas: 0,1 km. A implantação de renaturalização é recomendado nos locais não ocupados por corredeira (coord. aprox.: Montante: Lat.: 20,2925719311° | Long.: -43,2553; e Jusante: Lat.: -20,2934019131° | Long.: -43,25512°).

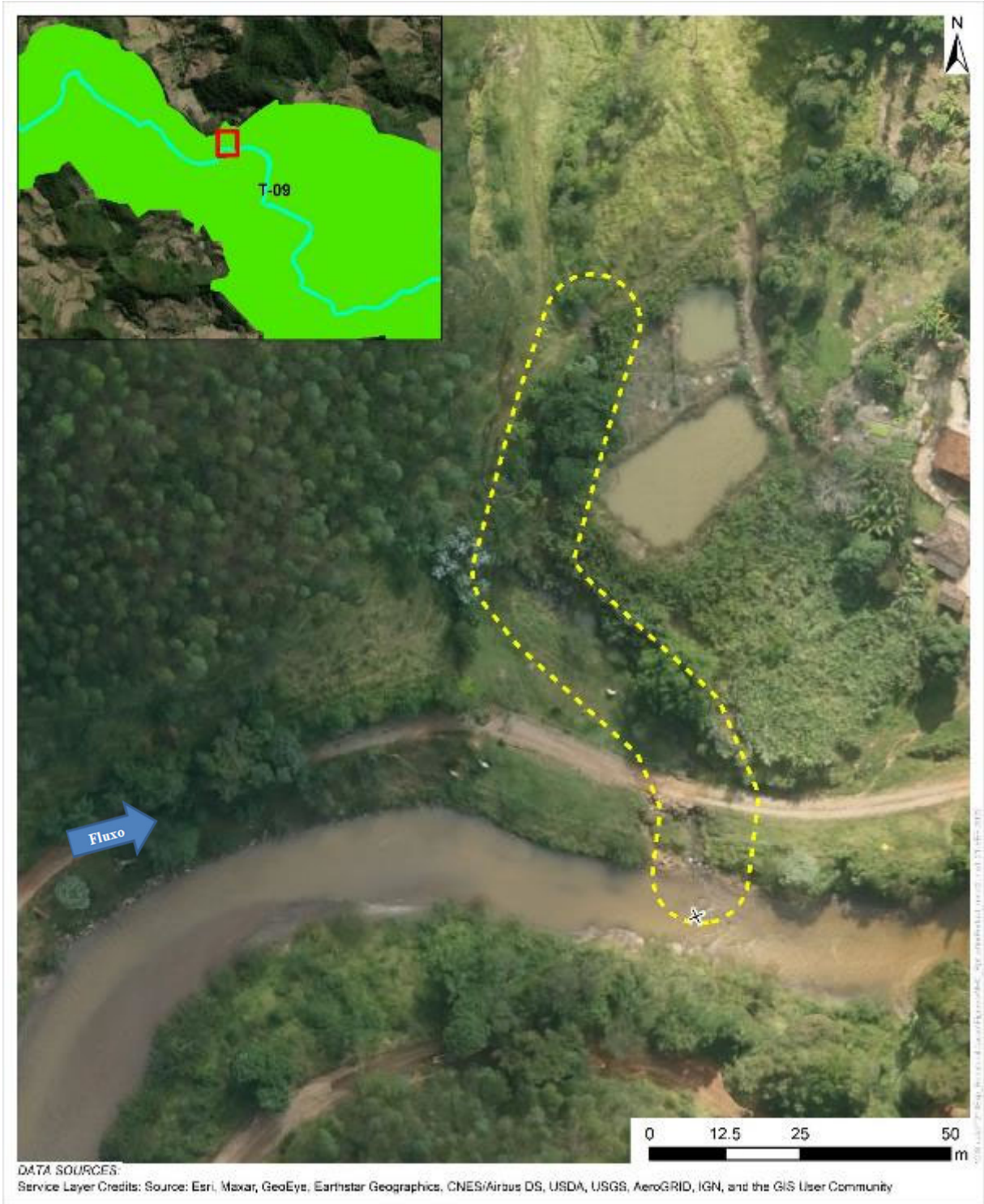
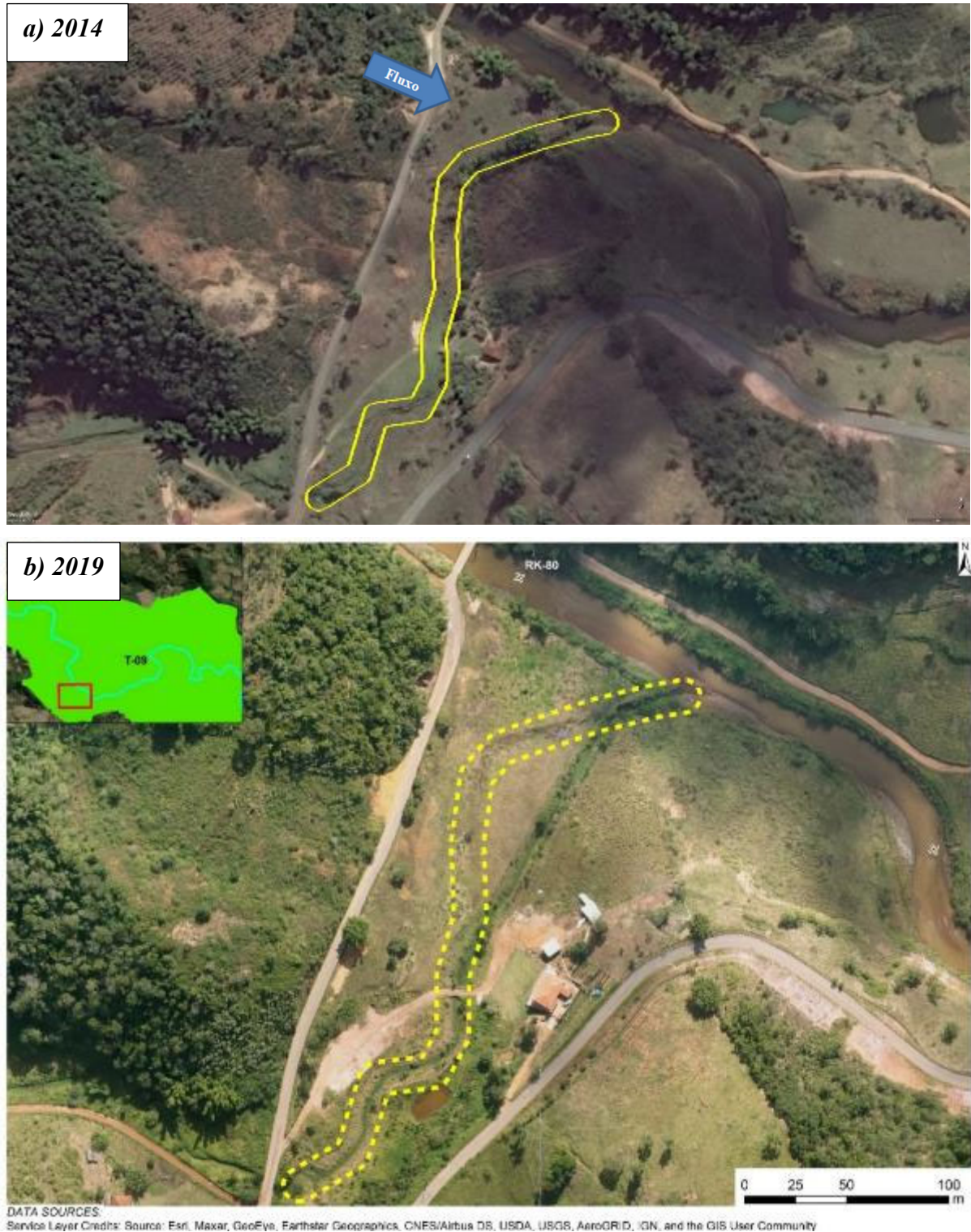
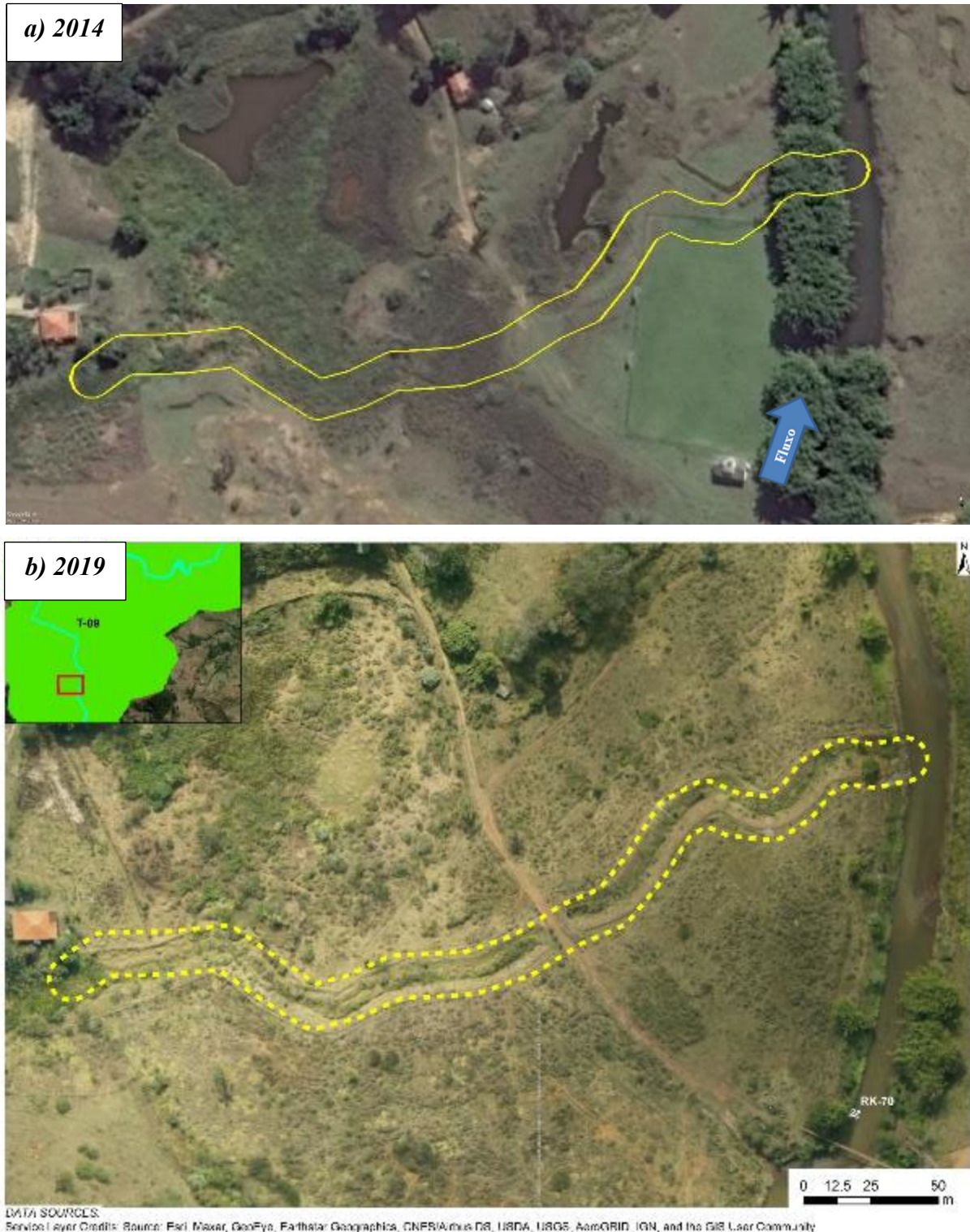


Figura 19 – Tributário TG29, Córrego Paracatu de Cima próximo ao RK-80, imediatamente a jusante da ponte do Cruzeiro de Paracatu de Cima. A) Imagem aérea de antes do rompimento (2014); e b) imagem do ano de 2022. É possível notar que o traçado do córrego foi alterado de uma curva suave para uma reta, culminando em aumento da declividade local<sup>23</sup>. Extensão estimada com base na extensão da área afetada e imagens aéreas: 0,4 km. A implantação de renaturalização é recomendado nos locais não ocupados por corredeira (coord. aprox.: Montante: Lat.: -20,3064054675| Long.: 43,2502071977; e Jusante: Lat.: -20,3042231040689° | Long.: --43,2484°).



<sup>23</sup> A área em destaque se refere ao traçado do rio original, antes da alteração

Figura 20 – Tributário TG40, localizado na margem esquerda imediatamente a jusante (aprox. RK69,85) da área selecionada para implantação da renaturalização (segmento do RK70). A) Imagem aérea de antes do rompimento (2015); e b) imagem do ano de 2019. Extensão estimada com base na extensão da área afetada e imagens aéreas: 0,4 km. A implantação de renaturalização é recomendado nos locais não ocupados por corredeira (coord. aprox.: Montante: Lat.: 20,2881773054° | Long.: -43,1977; e Jusante: Lat.: -20,2874145588 | Long.: -43,19474°).



## 7. Recomendações gerais

Ressalta-se que sob a perspectiva das comunidades biológicas, a renaturalização estaria realizando parte do papel desempenhado pela floresta ripária, quando em condições pristinas, quando galhos e troncos caem dentro dos corpos hídricos, oferecendo diversificação de habitats. Ainda que a renaturalização seja capaz de promover a diversificação de habitats, ela não é capaz de realizar outra importante contribuição dada pela floresta ripária, que é o aporte de nutrientes.

Recomendamos a continuidade das ações de recuperação da floresta ripária com vistas à proteção dos corpos hídricos e cumprimento das funções ecológicas de aporte de nutrientes e material para este. Em específico com ações de revegetação bem próxima ao rio, permitindo que folhas, galhos e, eventualmente, a própria árvore caiam no rio, tornando assim a renaturalização uma ação de caráter transitório.

## 8. Conclusões

O presente documento apresenta a estimativa da extensão de áreas elegíveis para expansão das atividades de recuperação de habitats, por exemplo a renaturalização, incluindo seleção preliminar de áreas prioritárias ao longo dos rios principais e seleção de tributários. É estimado um total de 2,0 km de extensão ao longo do rio Gualaxo do Norte, e 1,4 km de extensão em tributários desse mesmo rio.

As atividades de renaturalização recomendadas têm por objetivo contribuir com a diversificação das características físicas e de habitats dos rios, bem como criação de abrigo e refúgio para a fauna local. E em conjunto com outras ações de recuperação ambiental já implantadas e previstas, como revegetação, controle de erosão, entre outras, continuarão a contribuir com a recuperação ambiental do sistema fluvial.

No momento de elaboração deste relatório, a melhor informação disponível quanto as características físicas do leito dos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e do rio Doce corresponde ao mapeamento de habitats, das condições das margens e do material predominante do leito para o ano de 2021 e valores de referência para a presença de habitats (NHC, 2022).

Os resultados indicaram que o rio Gualaxo do Norte (T06 à T09), o rio do Carmo (T10) e o rio Doce (T1) apresentavam em 2021 condições da presença de habitats similares à que existia antes do rompimento. De maneira conservadora, foram avaliados para seleção os segmentos de rios que apresentavam menor presença de corredeiras (classe de habitat associada a recuperação física dos rios).

No rio do Carmo e rio Doce foi possível realizar a comparação direta da situação de 2021 com a de momento anterior ao rompimento (ano de 2014), sendo evidenciado que as características de feições geomorfológicas do leito (localização e dimensão de ilhas, barras de sedimentos e depósitos submersos) estão muito similares ao momento anterior ao rompimento. Concluimos que, com base nas características físicas e na evolução da recuperação dos rios, não há necessidade de implantação de atividades de recuperação de habitats e renaturalização nesses rios.

Por não ser possível realizar comparação direta com informações históricas, os segmentos do rio Gualaxo do Norte que apresentaram os menores valores para presença de corredeiras foram avaliados principalmente quanto a diversidade e alternância de habitats, ocorrência de margem e/ou leito rochoso, presença de estruturas de renaturalização já implantadas e questões de acesso ao rio. Dos 9 segmentos de 1,0 km que apresentam presença percentual de corredeiras menor que o observado nos rios da região, recomendamos a implantação de atividades de recuperação de habitats e renaturalização em dois trechos, o do RK-70 e do RK-100 (trechos T09 e T08, respectivamente), totalizando uma extensão de 2 km.

Em adição aos cinco tributários selecionados (TG11, TG16, TG26, TG29 e TG40), é recomendado a realização de revegetação e manutenção das margens para controle de erosões em dois tributários (TG14 e TG33).

Ainda que a situação atual tenha mudado, com provável o aumento das corredeiras existentes e surgimento de novas corredeiras (continuidade da recuperação devido aos processos físicos de transporte de material pelas águas dos rios), acredita-se que o padrão espacial da diversidade de habitats tenha se mantido similar. Na prática isso implica que a extensão estimada nesse documento pode estar superestimada, e poderá ser reduzida na fase de avaliação de campo que subsidiará o projeto e a implantação da renaturalização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APLYSIA (2019). Renaturalização do rio Gualaxo do Norte: Design de Instalação das Estruturas (Relatório técnico nº 496/2020). Rev. 02. Relatório preparado para Fundação Renova. 2019.
- APLYSIA (2019). Renaturalização do rio Gualaxo do Norte: Design de Instalação das Estruturas (Relatório técnico nº 496/2020). Rev. 02. Relatório preparado para Fundação Renova. 2019.
- APLYSIA (2021a). Renaturalização do rio Gualaxo do Norte: Relatório Final das Campanhas de Monitoramento (Relatório técnico nº 039/2021). Rev. 01. Relatório preparado para Fundação Renova. 2021.
- APLYSIA (2021b). Renaturalização do Rio Gualaxo do Norte: Design de Instalação das Estruturas no Trecho Expansão - Relatório Técnico nº 486/2020. Relatório preparado para Fundação Renova. 2021.
- BARTLEY, R., & RUTHERFURD, I. (2005). Re-evaluation of the wave model as a tool for quantifying the geomorphic recovery potential of streams disturbed by sediment slugs. *Geomorphology*, 64(3–4), 221–242. doi:10.1016/j.geomorph.2004.07.005.
- BERRY, W., RUBINSTEIN, N., MELZIAN, B., & HILL, B. (2003). The biological effects of suspended and bedded sediment (SABS) in aquatic systems: a review. *United States Environmental Protection Agency*, Duluth.
- BISSON, P. A., MONTGOMERY, D. R., & BUFFINGTON, J. M. (2017). Valley segments, stream reaches, and channel units. *Methods in Stream Ecology*, Volume 1 (pp. 21–47). Elsevier.
- BUFFINGTON, J. M., & MONTGOMERY, D. R. (1999a). Effects of Hydraulic Roughness on Surface Textures of Gravel-Bed Rivers. *Water Resources Research*, 35(11), 3507–3521.
- BUFFINGTON, J. M., & MONTGOMERY, D. R. (1999b). Effects of sediment supply on surface textures of gravel-bed rivers. *Water Resources Research*, 35(11), 3523–3530.
- CHURCH, M. (2006). Bed material transport and the morphology of alluvial river channels. *Annual Review of Earth and Planetary Science*, 34, 325–254.
- CH2M (2017a). Volume 1 – Aplicação do Plano de Manejo de Rejeito – Trecho 8 – Revisão 00. Relatório técnico preparado para Fundação Renova. São Paulo/SP

CH2M (2017b). Plano de Manejo de – Revisão 01. Relatório preparado para Fundação Renova. São Paulo, julho de 2017.

COVER, M., MAY, C., RESH, V., & DIETRICH, W. (2006). Technical report on quantitative linkages between sediment supply, streambed fine sediment, and benthic macroinvertebrates in streams of the Klamath National Forest. *University of California, Berkeley. Agreement.*

CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2016). Monitoramento Especial da Bacia do Rio Doce – Relatório 04: Hidrometria, Sedimentometria e Qualidade da Água nas Estações Fluviométricas da RHN após a Ruptura da Barragem de Rejeito. Belo Horizonte, 2016

CURTIS, J. A. & GUERRERO, T. M. (2015). *Geomorphic Mapping to Support River Restoration on the Trinity River Downstream from Lewiston Dam, California, 1980–2011.* Relatório N° 2015–1047, preparado pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) em cooperação com Trinity River Restoration Project.

GOLDER (2016). Avaliação dos Impactos do Meio Físico resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão. Relatório RT-023\_159-515-2282\_00-J preparado para Samarco Mineração SA. julho de 2016.

GOLDER (2020). Volume 11 – Aplicação do Plano de Manejo de Rejeito no Trecho 15. Relatório técnico preparado para Renova. Fevereiro/2020.

GOLDER (2021). Volume 12 – Aplicação do Plano de Manejo de Rejeito no Trecho 16 – Revisão 01. Relatório técnico preparado para Renova. Maio/2021.

JACOBS/CH2M (2018a). Volume 2 – Aplicação do Plano de Manejo de Rejeito – Trechos 6 e 7 – Revisão 01. Relatório técnico preparado para Fundação Renova. São Paulo/SP. 2018

JACOBS/CH2M (2018b). Volume 4 – Aplicação do Plano de Manejo de Rejeito no Trecho 9 – Revisão 01. Relatório técnico preparado para Fundação Renova. São Paulo/SP. 2018

JACOBS/CH2M (2018c). Volume 5 – Aplicação do Plano de Manejo de Rejeito nos Trechos 10 e 11– Revisão 01. Relatório técnico preparado para Fundação Renova. São Paulo/SP. 2018.

JONES, J. I., MURPHY, J. F., COLLINS, A. L., SEAR, D. A., NADEN, P. S., AND ARMITAGE, P. D. (2012). The Impact of Fine Sediment on Macro-Invertebrates. *River Research and Applications*, 28(8), 1055–1071. doi:10.1002/rra.1516.

KANE, J. (2006). Response of Benthic Macroinvertebrates to Increased Sediment Supply in Streams.

- KNIGHTON, A. D. (1989). River adjustment to changes in sediment load: the effects of tin mining on the Ringarooma River, Tasmania, 1875–1984. *Earth Surface Processes and Landforms*, 14(4), 333–359.
- KNIGHTON, A. D. (1991). Channel bed adjustment along mine affected rivers of north Tasmania. *Geomorphology*, 4, 205–219.
- LACEY, W. A. (2010). BIOLOGICAL EFFECTS OF SEDIMENT ON BULL TROUT AND THEIR HABITAT—GUIDANCE FOR EVALUATING EFFECTS.
- LACTEC (2020). Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce e região costeira adjacente. TOMO II – AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS. Diagnóstico de Danos. Curitiba, 2020.
- LISLE, T. E., & HILTON, S. (1992). The volume of fine sediment in pools: an index of sediment supply in gravel bed streams. *Water Resources Bulletin*, 28(2), 371–383.
- LISLE, T. E., & HILTON, S. (1999). Fine bed material in pools of natural gravel-bed channels. *Water Resources Research*, 25(4), 1291–1304.
- MONTGOMERY, D. R., & BUFFINGTON, J. M. (1997). Channel-reach morphology in mountain drainage basins. *Geological Society of America Bulletin*, 109(5), 596–611.
- MONTGOMERY, D. R., & BUFFINGTON, J. M. (1998). Channel processes, classification, and response. *River ecology and management*, 112, 1250–1263.
- NHC (2021a). Análise independente da eficácia do Projeto Piloto de Renaturalização do rio Gualaxo do Norte - Revisão 0. Relatório preparado para a Fundação Renova. São Paulo, maio 2021.
- NHC (2022). Mapeamento de Habitats Físicos nos Trechos T06 À T11 e Definição Da Condição de Referência: Relatório Final - Revisão 3. Relatório técnico preparado para Fundação Renova. São Paulo, agosto de 2022.
- PAOLA, C., & SEAL, R. (1995). Grain Size Patchiness as a Cause of Selective Deposition and Downstream Fining. *Water Resources Research*, 31(5), 1395–1407. doi:10.1029/94WR02975.
- PROGEN (2022). "Tributários". Planilha de dados, fotos e vídeos enviados por e-mail por em 10/08/2022 por Hana Dalila Fernandes (hana.fernandes@fundacaorenova.org) para: Marcus Estigoni (mestigoni@nhcweb.com); Rodrigo Soares Da Silva (rodrigo.dasilva.crtf@fundacaorenova.org); rodrigo.silva@progen.com.br); Luiz Augusto

Vieira Souza (luiz.souza.crtf@fundacaorenova.org); Izabelle Silva Almeida  
(crtf\_isa@fundacaorenova.org); Melina Marsaro Alencar  
(melina.alencar@fundacaorenova.org); Fabio Zacarias Pereira  
(fabio.pereira@fundacaorenova.org). Título do e-mail: “RES: Alinhamento para visita aos  
tributários - Expansão Renaturalização”.

RINALDI, M.; BELLETTI, B.; BERGA CANO, M. I. et. al (2015). *Final report on methods, models, tools to assess the hydromorphology of rivers*. Deliverable 6.2, Relatório preparado em cinco partes para REFORM (REstoring rivers FOR effective catchment Management), um projeto de colaboração de grande escala financiado pela European Commission pelo 7th Framework Programme, acordo de financiamento 282656.

SABLE, K. A., & WOHL, E. (2006). The relationship of lithology and watershed characteristics to fine sediment deposition in streams of the Oregon Coast Range. *Environmental Management*, 37(5), 659–670.

SUTTLE, K. B., POWER, M. E., LEVINE, J. M., AND MCNEELY, C. (2004). How Fine Sediment in Riverbeds Impairs Growth and Survival of Juvenile Salmonids. *Ecological Applications*, 14(4), 969–974. doi:10.1890/03-5190.

WEGSCHEIDER, B, LINNANSAARI, T, CURRY, RA. (2020). Mesohabitat modelling in fish ecology: A global synthesis. *Fish*. 2020; 21: 927– 939. <https://doi.org/10.1111/faf.12477>

WORLEY (2019). Volume 10 – Aplicação do Plano de Manejo de Rejeito nos Trechos 13 e 14 – Revisão 3. Relatório técnico preparado para Fundação Renova. Setembro de 2019.

ZUNKA, J. P. P., TULLOS, D. D., AND LANCASTER, S. T. (2015). Effects of sediment pulses on bed relief in bar-pool channels. *Earth Surface Processes and Landforms*, 40(8), 1017–1028. doi:10.1002/esp.3697

## Apêndice A

### PRESENÇA PERCENTUAL DE HABITATS FÍSICOS POR RK

RK	Cascata	Remanso/Poço	Corredeira	Rápido	Não Classificado
1,00	0,0%	62,4%	11,8%	25,9%	0,0%
12,00	6,5%	52,3%	20,7%	20,5%	0,0%
13,00	0,0%	17,0%	13,8%	69,1%	0,0%
14,00	0,0%	64,5%	19,8%	15,7%	0,0%
15,00	0,0%	15,9%	11,1%	73,0%	0,0%
16,00	1,6%	36,6%	24,9%	36,9%	0,0%
17,00	0,0%	5,4%	9,6%	84,9%	0,0%
18,00	0,0%	20,0%	12,8%	67,2%	0,0%
19,00	0,0%	8,3%	13,4%	78,3%	0,0%
20,00	0,0%	16,5%	16,7%	66,8%	0,0%
21,00	0,0%	2,7%	5,6%	91,6%	0,0%
22,00	0,0%	35,3%	20,0%	44,7%	0,0%
23,00	0,0%	13,9%	57,7%	28,3%	0,0%
24,00	0,0%	12,6%	30,6%	56,8%	0,0%
25,00	0,0%	18,6%	48,1%	33,4%	0,0%
26,00	0,0%	29,7%	36,4%	33,9%	0,0%
27,00	0,0%	23,6%	49,7%	26,6%	0,0%
28,00	0,0%	19,7%	19,1%	61,2%	0,0%
29,00	0,0%	2,4%	21,0%	76,6%	0,0%
30,00	0,0%	28,6%	36,2%	35,2%	0,0%
31,00	0,0%	15,0%	44,2%	40,8%	0,0%
32,00	0,0%	7,6%	45,9%	46,5%	0,0%
33,00	0,0%	8,8%	16,6%	74,6%	0,0%
34,00	0,0%	3,3%	38,2%	58,5%	0,0%
35,00	0,0%	23,0%	34,6%	42,5%	0,0%
36,00	3,2%	30,3%	11,1%	55,4%	0,0%
37,00	0,0%	26,4%	4,8%	68,8%	0,0%
38,00	2,6%	38,4%	27,8%	31,1%	0,0%
39,00	0,0%	15,6%	35,9%	48,6%	0,0%
40,00	0,0%	14,1%	26,9%	59,0%	0,0%
41,00	0,0%	9,8%	18,7%	71,5%	0,0%
42,00	0,0%	27,4%	9,9%	62,7%	0,0%
43,00	0,0%	12,2%	51,5%	36,4%	0,0%
44,00	0,0%	11,5%	38,5%	50,0%	0,0%
45,00	0,7%	36,8%	21,9%	40,6%	0,0%
46,00	2,6%	23,8%	52,9%	20,7%	0,0%
47,00	1,5%	30,3%	44,6%	23,5%	0,0%
48,00	0,0%	27,4%	46,6%	26,1%	0,0%
49,00	4,6%	40,9%	51,6%	2,9%	0,0%
50,00	0,0%	8,7%	65,8%	25,5%	0,0%
51,00	0,0%	27,9%	36,8%	35,3%	0,0%
52,00	0,0%	17,2%	68,9%	13,8%	0,0%
53,00	0,0%	15,9%	84,1%	0,0%	0,0%
54,00	0,0%	16,4%	46,2%	37,4%	0,0%
55,00	0,0%	10,7%	38,9%	50,3%	0,0%
56,00	0,0%	13,4%	33,3%	53,4%	0,0%
57,00	0,0%	38,4%	23,5%	38,1%	0,0%
58,00	0,0%	26,7%	56,4%	16,9%	0,0%
59,00	0,0%	27,0%	51,3%	21,6%	0,0%
60,00	0,0%	7,5%	43,5%	49,0%	0,0%
61,00	0,0%	15,7%	29,8%	54,6%	0,0%
62,00	1,0%	35,9%	35,1%	28,0%	0,0%
63,00	13,9%	19,8%	8,5%	57,8%	0,0%
64,00	13,4%	26,5%	37,3%	22,8%	0,0%
65,00	15,6%	4,8%	28,2%	51,5%	0,0%

RK	Cascata	Remanso/Poço	Corredeira	Rápido	Não Classificado
66,00	0,0%	13,2%	27,1%	59,8%	0,0%
67,00	7,5%	37,9%	34,8%	19,8%	0,0%
68,00	0,0%	4,2%	28,4%	67,4%	0,0%
69,00	0,0%	11,5%	30,5%	53,0%	5,1%
70,00	0,0%	11,4%	21,0%	67,5%	0,0%
71,00	0,0%	10,1%	35,1%	54,8%	0,0%
72,00	0,0%	24,4%	38,8%	36,7%	0,0%
73,00	0,0%	14,2%	52,4%	33,4%	0,0%
74,00	2,9%	12,6%	41,1%	42,9%	0,5%
75,00	5,2%	10,6%	42,0%	42,1%	0,0%
76,00	0,4%	14,2%	41,7%	43,7%	0,0%
77,00	0,0%	9,1%	46,0%	44,9%	0,0%
78,00	0,0%	4,5%	76,2%	19,3%	0,0%
79,00	0,0%	8,9%	45,0%	46,2%	0,0%
80,00	0,0%	12,0%	41,9%	46,1%	0,0%
81,00	0,0%	15,1%	47,4%	37,5%	0,0%
82,00	0,0%	15,4%	19,0%	65,6%	0,0%
83,00	0,0%	6,6%	29,4%	64,0%	0,0%
84,00	0,0%	14,7%	35,8%	49,4%	0,0%
85,00	2,7%	19,6%	27,8%	49,9%	0,0%
86,00	0,0%	5,1%	29,7%	65,1%	0,0%
87,00	2,9%	17,3%	43,7%	30,7%	5,4%
88,00	0,0%	12,9%	45,1%	41,9%	0,0%
89,00	3,5%	17,9%	39,0%	39,7%	0,0%
90,00	0,0%	7,5%	75,4%	17,1%	0,0%
91,00	0,0%	4,3%	25,1%	70,5%	0,0%
92,00	0,0%	10,5%	36,8%	52,6%	0,0%
93,00	0,0%	12,7%	41,1%	46,2%	0,0%
94,00	0,0%	22,4%	60,5%	15,7%	1,4%
95,00	4,3%	28,4%	41,2%	26,1%	0,0%
96,00	0,0%	1,1%	38,8%	60,1%	0,0%
97,00	0,0%	8,0%	39,4%	52,5%	0,0%
98,00	0,0%	17,3%	31,1%	51,6%	0,0%
99,00	0,0%	6,0%	37,6%	56,4%	0,0%
100,00	0,0%	4,0%	20,9%	75,1%	0,0%
101,00	0,0%	14,9%	55,8%	29,3%	0,0%
102,00	4,2%	21,6%	46,9%	27,3%	0,0%
103,00	15,9%	36,5%	28,2%	19,5%	0,0%
104,00	0,0%	0,0%	21,5%	78,5%	0,0%
105,00	2,6%	18,6%	41,1%	35,5%	2,2%
106,00	0,0%	18,1%	35,7%	46,2%	0,0%
107,00	0,0%	25,7%	40,7%	33,6%	0,0%
108,00	0,2%	25,6%	39,1%	33,2%	1,9%
109,00	2,0%	16,2%	20,0%	61,8%	0,0%
110,00	7,6%	47,5%	19,7%	25,2%	0,0%
111,00	4,3%	9,0%	1,2%	85,1%	0,3%
112,00	0,0%	10,6%	45,4%	44,0%	0,0%
113,00	0,0%	13,4%	38,9%	47,7%	0,0%
114,00	0,0%	15,1%	36,8%	48,1%	0,0%
115,00	0,0%	13,5%	42,4%	42,2%	1,8%
116,00	0,0%	6,1%	58,2%	35,8%	0,0%
117,00	0,0%	5,2%	56,7%	38,1%	0,0%
118,00	0,0%	10,7%	59,0%	30,3%	0,0%

## **Apêndice B**

# **MAPAS DAS ÁREAS SELECIONADAS NO RIO GUALAXO DO NORTE**



CLIENTE:



FUNDAÇÃO  
**renova**

**nhc**  
especialistas  
em recursos  
hídricos

**Legenda**

X<sub>RK 75</sub> Quilômetro do rio

— Caminho

— Estrada

Classes de habitats físicos:

Cascatas

Corredeiras

Rápidos

Não Classificado

Remansos/poços

ESCALA: - 1:2,500

100 50 0

Metros

SISTEMA DE COORDENADAS	SIRGAS 2000 23S
UNIDADES HORIZONTAIS	METROS
DATA	02 DE SETEMBRO DE 2022
LOCAL	Rio Gualaxo do Norte, MG
AUTOR DO PROJETO	Dr. Marcus V. Estigoni - Eng. Ambiental CREA 5062958274
ELABORAÇÃO DO MAPA	Dawn Lasprugato, GISP 67758 MSc. Thaís N. Rezende - Eng. Civil CREA 1716542278 Isabela B. Freire - Eng. Ambiental

PROJETO NÚMERO	7005470-OS21
<b>Avaliação Inicial de Áreas Prioritárias a receberem intervenções para Recuperação de Habitats</b>	
FIGURA 1	
TAMANHO A3	REVISÃO 00



CLIENTE:



especialistas em recursos hídricos

**nhc**  
especialistas em recursos hídricos

**Legenda**

X<sub>RK 75</sub> Quilômetro do rio

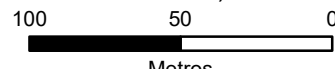
— Caminho

— Estrada


Classes de habitats físicos:

- Cascatas
- Corredeiras
- Rápidos
- Não Classificado
- Remansos/poços

ESCALA: - 1:2,500



Metros

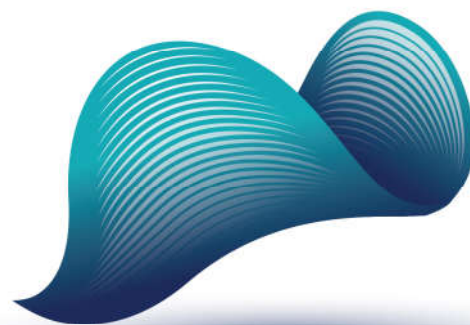


SISTEMA DE COORDENADAS	SIRGAS 2000 23S
UNIDADES HORIZONTAIS	METROS
DATA	02 DE SETEMBRO DE 2022
LOCAL	Rio Gualaxo do Norte, MG
AUTOR DO PROJETO	Dr. Marcus V. Estigoni - Eng. Ambiental CREA 5062958274
ELABORAÇÃO DO MAPA	Dawn Lasprugato, GISP 67758 MSc. Thaís N. Rezende - Eng. Civil CREA 1716542278 Isabela B. Freire - Eng. Ambiental

PROJETO NÚMERO	7005470-OS21
<b>Avaliação Inicial de Áreas Prioritárias a receberem intervenções para Recuperação de Habitats</b>	
FIGURA 2	
TAMANHO A3	REVISÃO 00

## **ANEXO II**

### **Apresentação: “Expansão”**



**APLYSIA**  
S O L U Ç Õ E S   A M B I E N T A I S

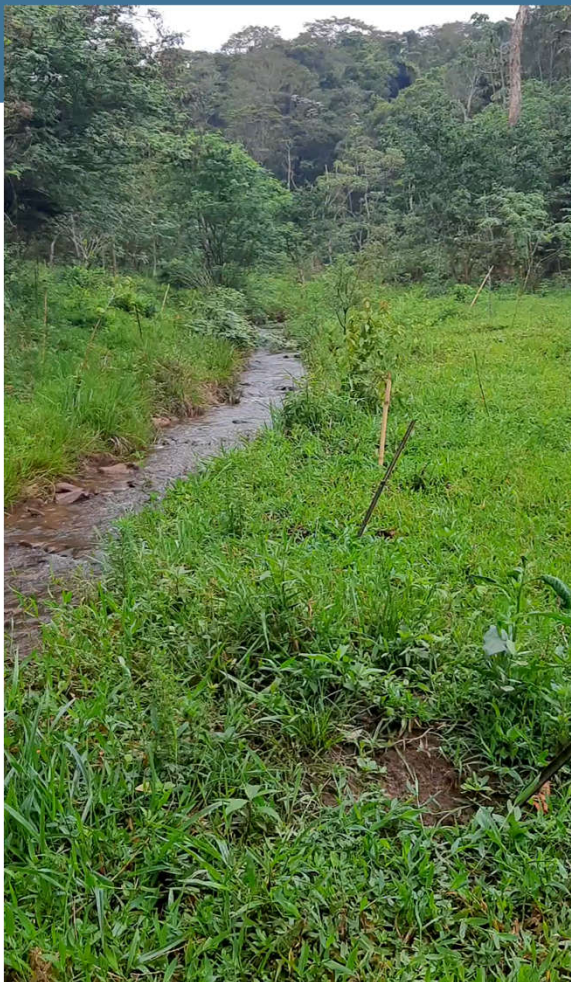


Chamada central da reunião/apresentação

**Expansão**

Data da Reunião/Apresentação

- Área de APP;
- Planície de inundação;
- Material lenhoso disponível dentro e fora do córrego;
- Acesso ok
- Presença de peixes e bentos;
- Cabeceira preservada;
- Aproximadamente 500m;
- 2 a 3 m de largura.



TGN 16

Margens mata ciliar;  
Presença de semi-planície;  
Disponibilidade de material lenhoso;  
2 a 3 m de largura.





# TGN 26

---

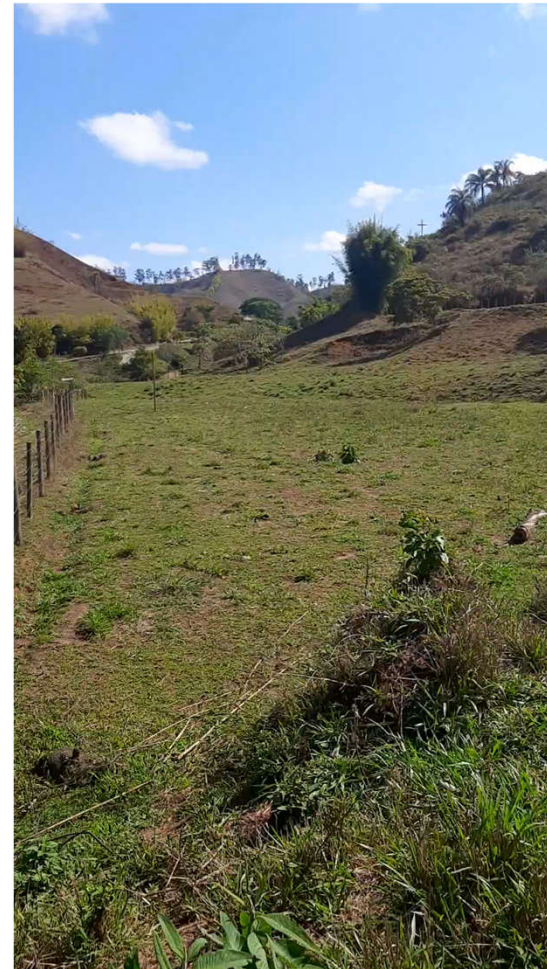
- Semi-encaixado;
- Presença de pedras artificiais e naturais;
- 2 a 3 m de largura;
- Presença de pasto;
- Cabeceira com pequena mata;
- Possível renaturalização 100m.

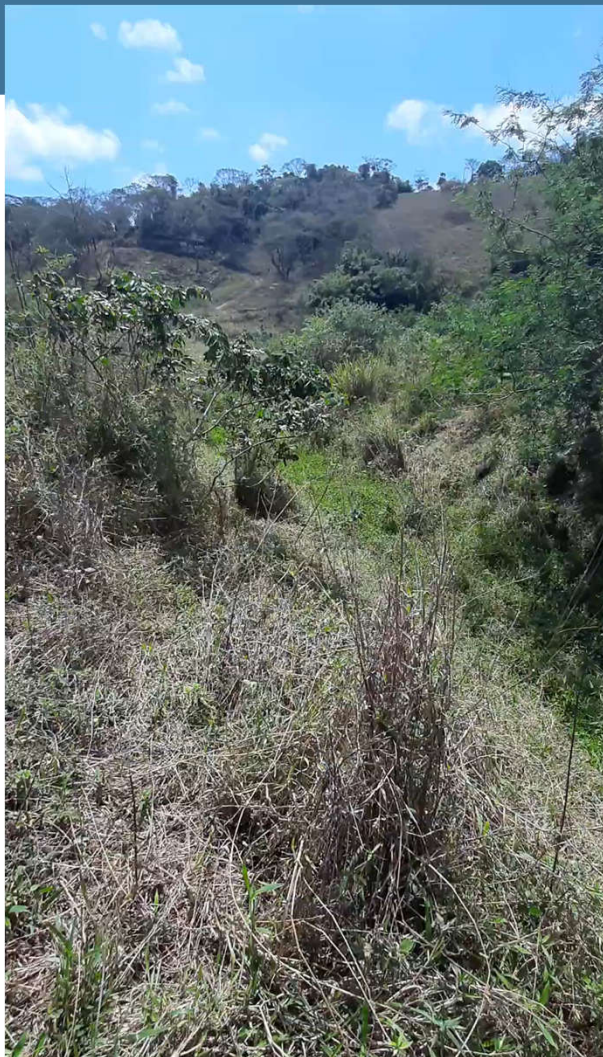


# TGN 29

---

- Planície inundação;
- Presença de pedras artificiais;
- 2 a 3 m de largura;
- Presença de pasto;
- Cabeceira com pequena mata;
- Possível renaturalização 200m.





Montante



Jusante

- Planície inundação;
- Encaixamento leve;
-  rea com replantio;
- Fluxo lento em alguns trechos;
- Presença de pedras artificiais;
- 2 a 3 m de largura;
- Presença de pasto jusante manilha;
- Cabeceira com mata;
- Possível renaturalizao 200m.

# RGN 01

---

- Áreas de planícies e semi encaixado;
- Mata ciliar na ME;
- 740 m.



➤ 740 metros

Montante



Jusante



## OPÇÕES

Opções observadas na visita realizada no mês de outubro/2022.

**Opção 1:**

- Próximo ao TG11
- 2300 m

**Opção 2:**

- Próximo ao RGN02
- 1300 m;

**Opção 3:**

- Próximo PCH Bicas
- 500m

**Opção 4:**

- Próximo ao TG16
- 1700 m

## CARACTERÍSTICAS

Pontos	TG11	TG16	TG26	TG29	TG40
Mês da Visita	Outubro/22	Outubro/22	Outubro/22	Outubro/22	Outubro/22
Coordenadas início	-20.2519º/-433749º	-20.2475º/-433276º	-20.2927º/-432552º	-20.3057/-432498º	-20.2881º/-431964º
Coordenadas fim	-	-	-	-	-
Largura Média Aproximada (metros)	2 a 3	2 a 3	2 a 3	2 a 3	2 a 3
Comprimento Aproximado (metros)	400	200	100	300	100
Profundidade Média Estimada (metros)	0,3 a 0,8	0,3 a 0,8	0,3 a 0,8	0,3 a 0,8	0,3 a 0,8
Presença de planície inundação ao longo do trecho	>50%	>50%	>50%	>50%	>50%
Lagoas marginais	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
Disponibilidade material lenhoso	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Acesso Veículos pesados	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Nível de dificuldade de acesso	FÁCIL	FÁCIL	FÁCIL	FÁCIL	MODERADO
Local para área de vivência	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Local para armazenamento das madeiras	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Proximidade comunidade	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Presença de animais	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Proprietário nas margens	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Garimpo *	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Enronçamento	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

## CARACTERÍSTICAS

Pontos	RGN01	RGN02	OPÇÃO 1 (RGN)	OPÇÃO 2 (RGN)	OPÇÃO 3 (RGN)	OPÇÃO 4 (RGN)
Mês da visita	Outubro/22	Outubro/22	Outubro/22	Outubro/22	Outubro/22	Outubro/22
Coordenadas início	-20.2519º/-433749º	-20.2391º/-433422º	-202420º/-433770º	-202405º/-433338º	-202583º/-433645º	-202461º/-433319º
Coordenadas fim	-	-20.2395º/-433356º	-202537º/-433707º	-202446º/-433332º	-202582º/-433600º	-202558º/-433292º
Largura Média Aproximada (metros)	10 a 20	10 a 20	10 a 20	10 a 20	10 a 20	10 a 20
Comprimento Aproximado (metros)	700	700	2300	500	1300	1700
Profundidade Média Estimada (metros)*	-	-	-	-	-	-
Presença de planície inundação ao longo do trecho	>50%	100%	>50%	100%	100%	>50%
Lagoas marginais	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Disponibilidade material lenhoso	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Acesso Veículos pesados	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	
Nível de dificuldade de acesso	FÁCIL	FÁCIL	FÁCIL	FÁCIL	MODERADO	DIFÍCIL
Local para área de vivência	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Local para armazenamento das madeiras	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Proximidade comunidade	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Presença de animais	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM
Proprietário nas margens	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO
Garimpo **	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Enrrocamento***	-	-	-	-	-	-

## **ANEXO III**

**Memorando técnico: “Comentários sobre as observações de campo (e-mail ‘ENC: Critérios Novos trechos – Renaturalização’)”**



## especialistas em recursos hídricos

São Paulo, 27 de dezembro de 2021

### Fundação Renova

Av. Getúlio Vargas, 671 - 4º andar  
Funcionários - Belo Horizonte - 30112-021  
<http://www.fundacaorenova.org/>

### Memorando técnico

Enviado por e-mail para: <hana.fernandes@fundacaorenova.org>;  
<fabio.pereira@fundacaorenova.org>; <izabelle.almeida.crtf@fundacaorenova.org>;  
<melina.alencar@fundacaorenova.org>;  
<fernando.guimaraes.crtf@fundacaorenova.org>

**Atenção:** Hana Dalila Fernandes; Fabio Zacarias Pereira; Izabelle Juliana Da Silva Almeida;  
Melina Marsaro Alencar; Fernando Alves Guimaraes.

**Assunto:** Memorando técnico: Comentários sobre as observações de campo (e-mail “ENC: Critérios Novos trechos – Renaturalização”)

### 1. Contexto

A NHC tem prestado serviços de consultoria técnica especializada para a Fundação Renova (Renova) em obras de recuperação de rios, restauração de habitats físicos e programas de manejo de rejeitos e sedimentos. Como parte do escopo do trabalho, a NHC foi requisitada a analisar e sugerir áreas prioritárias para expansão de atividades e intervenções que buscam a recuperação e melhoria das características físicas/morfológicas e, conseqüentemente, da biodiversidade local, por exemplo o projeto de renaturalização (APLYSIA, 2019, 2021).

Em 27 de setembro foi entregue o relatório “Avaliação inicial de áreas prioritárias a receberem intervenções para recuperação de habitats – Revisão 05” (NHC, 2022a). O estudo se baseou em nas informações da característica física do leito dos rios, em específico a presença de habitats físicos para o ano de 2021 (NHC, 2022b) para seleção de áreas nos rios principais (seleção de segmentos em que a diversidade de habitats físicos menor que o valor médio de referência). Foram também considerados fatores como facilidade de acesso ao local, diversidade e alternância de habitats, ocorrência de margem e/ou leito rochoso, e presença de estruturas de renaturalização já implantadas.

A seleção de tributários foi realizada considerando critérios de conectividade hidráulica, alteração do traçado e aqueles localizados na área de abrangência dos segmentos a serem renaturalizados nos rios principais.

O estudo recomendou a implantação de atividades de recuperação de habitats e renaturalização em dois segmentos de aproximadamente 1,0 km cada, localizados no RK-70 e RK-100 (trechos T09 e T08, respectivamente)<sup>1</sup>. Também foi recomendada atividades de recuperação de habitats e renaturalização em cinco tributários (TG11, TG16, TG26, TG29 e TG40).

<sup>1</sup> Foi adotada a nomenclatura típica da área de geomorfologia fluvial de “quilômetro do rio” (do *inglês river kilometer*). Adotou-se como referência de ponto de início (“ponto zero”) a barragem da UHE Risoleta Neves, por se tratar de uma estrutura física de grande relevância local. A distância é contada de jusante para montante ao longo da linha central dos rios.

A empresa Aplysia Soluções Ambientais, consultora da Renova, projetista e responsável pela implantação das atividades de renaturalização já implantadas no rio Gualaxo do Norte (APLYSIA, 2019, 2021), realizou inspeção de campo nos locais recomendados e outros locais ao longo do rio Gualaxo do Norte. Além dos trechos recomendados (NHC, 2022a), a Aplysia sugeriu outras 4 opções de locais para implantação de atividades de renaturalização<sup>2</sup>.

Conforme solicitado pela Fundação Renova, o presente documento apresenta nossos comentários quanto as observações de campo realizadas

## 2. Objetivo deste memorando

O objetivo geral deste memorando é avaliar a sugestão de locais para expansão apresentadas pela Aplysia no documento “EXPANSÃO.pdf”.

## 3. Áreas sugeridas no rio Gualaxo do Norte

A Tabela 1 apresenta as características dos locais sugeridos pela Aplysia para expansão das atividades de renaturalização.

**Tabela 1. Locais adicionais sugeridos pela Aplysia para expansão das atividades de renaturalização (adaptado do documento “EXPANSÃO.pdf”).**

Pontos	OPÇÃO 1 (RGN)	OPÇÃO 2 (RGN)	OPÇÃO 3 (RGN)	OPÇÃO 4 (RGN)
Mês da visita	Outubro/22	Outubro/22	Outubro/22	Outubro/22
Coordenadas início	-202420º/-433770º	-202405º/-433338º	-202583º/-433645º	-202461º/-433319º
Coordenadas fim	-202537º/-433707º	-202446º/-433332º	-202582º/-433600º	-202558º/-433292º
RK aproximado <sup>3</sup>				
Largura Média Aproximada (metros)	10 a 20	10 a 20	10 a 20	10 a 20
Comprimento Aproximado (metros)	2300	500	1300	1700
Profundidade Média Estimada (metros)*	-	-	-	
Presença de planície inundação ao longo do trecho	>50%	100%	100%	>50%
Lagoas marginais	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Disponibilidade material lenhoso	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Acesso de veículos pesados	SIM	SIM	SIM	
Nível de dificuldade de acesso	FÁCIL	FÁCIL	MODERADO	DIFÍCIL
Local para área de vivência	SIM	SIM	SIM	SIM
Local para armazenamento das madeiras	SIM	SIM	SIM	SIM
Proximidade comunidade	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Presença de animais	SIM	SIM	SIM	SIM
Proprietário nas margens	SIM	SIM	SIM	NÃO
Garimpo	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Enrocamento	-	-	-	-

<sup>2</sup> Documento “EXPANSÃO.pdf” enviado no e-mail intitulado “ENC: Critérios Novos trechos - Renaturalização” por Hana Dalila Fernandes em 24/11/2022.

<sup>3</sup> Informação adicionada para permitir a comparação com os resultados dos trabalhos desenvolvidos anteriormente (NHC, 2022a,b).

### 3.1. Opção 1 e Opção 2

Os trechos sugeridos apresentam grande diversidade de suas características físicas, incluindo habitats físicos, substrato do leito, presença de material lenhoso no leito/margens, presença de ilhas, afloramentos rochosos, trechos de margens rochosas/enrocamento, entre outros.

A não ser que sejam fornecidas informações novas, avaliamos que não há necessidade de implantação de renaturalização com o objetivo de diversificação das características físicas nestes locais.

### 3.2. Opção 3

O trecho sugerido foi listado na pré-seleção apresentada no nosso estudo (trecho denominado RK104), mas foi desconsiderado por ser a zona de remanso da PCH Bicas (área em que se espera que um rio apresente certa homogeneidade).

O evento de cheia de janeiro de 2022 modificou a situação local. Em 2021 as águas do rio Gualaxo do Norte fluíam quase em sua totalidade pela soleira da PCH Bicas pelo cânion do rio. Atualmente parte significativa do fluxo do rio Gualaxo do Norte flui pelo antigo vertedor de emergência, o que gerou um aparente rebaixamento do nível d'água. Devido a esta alteração ocorrida, avaliamos que a renaturalização deve beneficiar a diversificação de habitats no local, e sugerimos a implantação da renaturalização em um trecho um de 790 m (se estendendo um pouco mais para montante que o sugerido pela Aplysia), conforme arquivo anexo.

Vale ressaltar que não se observou em outros locais do rio mudanças desta magnitude. Esta alteração do traçado do canal não é um fenômeno típico, e muito difícil de ter sido antecipada.

### 3.3. Opção 4

A porção de montante do trecho sugerido possui diversidade de habitats físicos com relativa grande presença de corredeiras. A não ser que sejam fornecidas informações novas, avaliamos que não há necessidade de implantação de renaturalização com o objetivo de diversificação das características físicas no trecho de montante do trecho sugerido.

A porção de jusante do trecho sugerido foi listado na pré-seleção apresentada no nosso estudo (trecho denominado RK96/97), mas foi desconsiderado por ter sido considerado como sem acesso. Não vemos outros impedimentos técnicos que inviabilizariam a implantação da renaturalização.

Caso a empresa que for executar considere ser viável e seguro o acesso e as condições locais para instalação das estruturas (note que o documento fornecido aponta como sendo acesso difícil e não apresenta informação sob a possibilidade de acesso de veículos pesados), recomendamos a implantação da renaturalização em um trecho um de 730 m (somente trecho de jusante), conforme arquivo anexo.

#### 4. Comentários Finais

Conforme havia sido destacado no relatório (NHC, 2022a), a etapa de verificação em campo é fundamental para uma seleção adequada dos trechos. A inspeção de campo realizada pela empresa Aplysia permitiu a inclusão de informações novas quanto as condições atuais de acesso ao rio (opção 4), e das características físicas do rio (opção 3).

Considerando estas novas informações, recomendamos que seja considerada a inclusão do local denominado “Opção 3”, conforme as ressalvas apresentadas no item 3.2, e que, se for confirmado a possibilidade de acesso, seja também considerada a inclusão do local denominado “Opção 3”, conforme as ressalvas apresentadas no item 3.3.

A não ser que sejam fornecidas informações novas, avaliamos que não há necessidade de implantação de renaturalização com o objetivo de diversificação das características físicas nos locais denominados “Opção 1” e “Opção 2”.

Juntamente com esse memorando foi disponibilizado o arquivo “ExpansaoRevisada\_20221202.kmz” com a sugestão de extensão revisada para as opções 3 e 4 (conforme comentários feitos nos itens 3.2 e 3.3).

Colocamo-nos à vossa disposição para prestar quaisquer esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,

**Marcus Vinícius Estigoni, PhD | Eng. Ambiental**

Gerente de Projetos

[mestigoni@nhcweb.com](mailto:mestigoni@nhcweb.com) | Tel.: (11) 2615-4070 | Cel: (11) 93350-0591

#### Referências Bibliográficas

APLYSIA (2019). *Renaturalização do rio Gualaxo do Norte: Design de Instalação das Estruturas (Relatório técnico nº 496/2020)*. Rev. 02. Relatório preparado para Fundação Renova. 2019.

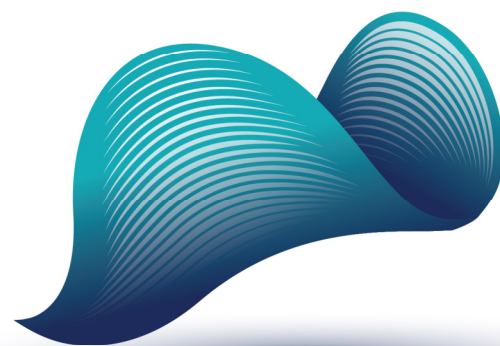
APLYSIA (2021). *Renaturalização do Rio Gualaxo do Norte: Design de Instalação das Estruturas no Trecho Expansão - Relatório Técnico nº 486/2020*. Relatório preparado para Fundação Renova. 2021.

NHC. (2022a). *Avaliação inicial de áreas prioritárias a receberem intervenções para recuperação de habitats – Revisão 05*. Relatório técnico preparado para Fundação Renova. São Paulo, setembro de 2022.

NHC (2022b). *Mapeamento de Habitats Físicos nos Trechos T06 À T11 e Definição Da Condição de Referência: Relatório Final - Revisão 3*. Relatório técnico preparado para Fundação Renova. São Paulo, agosto de 2022.

## **ANEXO IV**

**Apresentação: “Projeto de Expansão da Renaturalização - PER”**



**APLYSIA**  
S O L U Ç Õ E S   A M B I E N T A I S



Projeto de Expansão da Renaturalização - PER

01/02/2023

- **O objetivo geral** é apresentar opções de trechos do rio Gualaxo do Norte e de tributários para possível renaturalização, identificando de forma **holística** áreas aptas para implementação das técnicas de renaturalização.
- **Os objetivos específicos são:**
  - Identificar áreas com maior qualidade ambiental, que com a implementação do projeto de renaturalização tem por finalidade **intensificar e acelerar** o reestabelecimento das comunidades aquáticas.
  - Identificar áreas com baixa qualidade ambiental, que com a implementação do projeto de renaturalização tem por finalidade **aumentar a diversidade de habitats e acelerar** o reestabelecimento das comunidades aquáticas.

### Caracterização

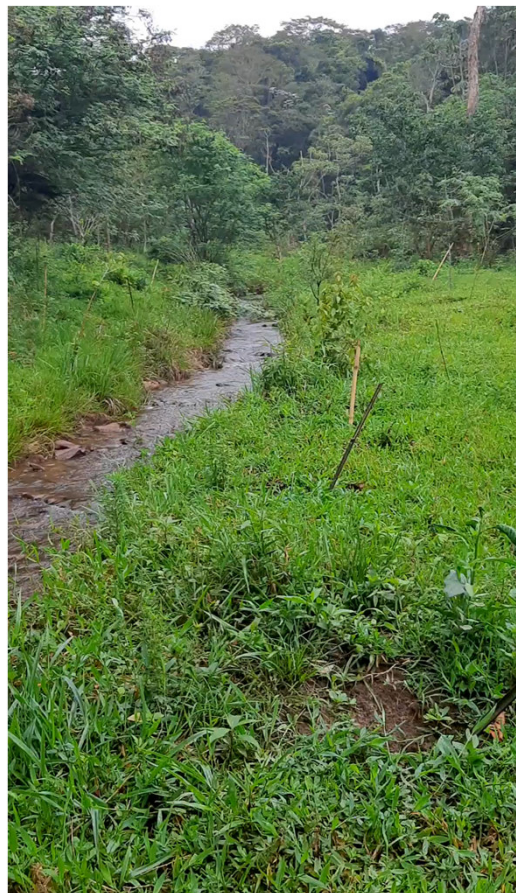
- Coordenadas Início: (Lat.)20.2519; (Long.)-43.3749
- Comprimento de aproximadamente 500 m
- Largura de aproximadamente 2 a 3 m

### Vantagens

- Áreas com planícies de inundação
- Presença de material lenhoso disponível
- Presença de fauna aquática (bentos e peixes)
- Acesso fácil
- Ausência de animais domésticos

### Desvantagens

- Presença de pedras que não são naturais



**Trecho apto para renaturalização**

### Caracterização

- Coordenadas Início: : (Lat.) -20.2475; (Long.) -43.3276
- Comprimento de aproximadamente 200 m
- Largura de aproximadamente 2 a 3 m
- Profundidade de aproximadamente 30 a 80 cm

### Vantagens

- Áreas com planícies de inundação
- Presença de lagoas marginais
- Acesso fácil
- Ausência de animais domésticos

### Desvantagens

- Áreas encaixadas
- Ausência de material lenhoso disponível
- Instabilidade das margens
- Necessidade de obra de engenharia (ponte)



**Trecho apto para renaturalização**

### Caracterização

- Coordenadas Início: (Lat.) -20.2927; (Long.) -43.2552
- Comprimento de aproximadamente 100 m
- Largura de aproximadamente 2 a 3 m
- Profundidade de aproximadamente 30 a 80 cm

### Vantagens

- Áreas com planícies de inundação
- Acesso fácil
- Pedras naturais

### Desvantagens

- Áreas encaixadas
- Ausência de material lenhoso disponível
- Presença de animais domésticos
- Ausência de lagoas marginais
- Cabeceira com pouca mata ciliar
- Interferência antrópica (ex. pastagem, pedras artificiais)



**Necessário ajustes no trecho para renaturalização**

### Caracterização

- Coordenadas Início: (Lat.) -20.305; (Long.) -43.2498
- Comprimento de aproximadamente 300 m
- Largura de aproximadamente 2 a 3 m
- Profundidade de aproximadamente 30 a 80 cm

### Vantagens

- Áreas com planícies de inundação
- Acesso fácil

### Desvantagens

- Ausência de material lenhoso disponível
- Presença de animais domésticos
- Presença de pedras artificiais
- Ausência de lagoas marginais
- Ausência de mata ciliar



**Trecho apto para renaturalização**

### Caracterização

- Coordenadas Início: (Lat.) -20.2881; (Long.) -43.1964
- Comprimento de aproximadamente 200 m
- Largura de aproximadamente 2 a 3 m
- Profundidade de aproximadamente 30 a 80 cm

### Vantagens

- Áreas com planícies de inundação
- Reflorestamento
- Cabeceira com presença de mata ciliar

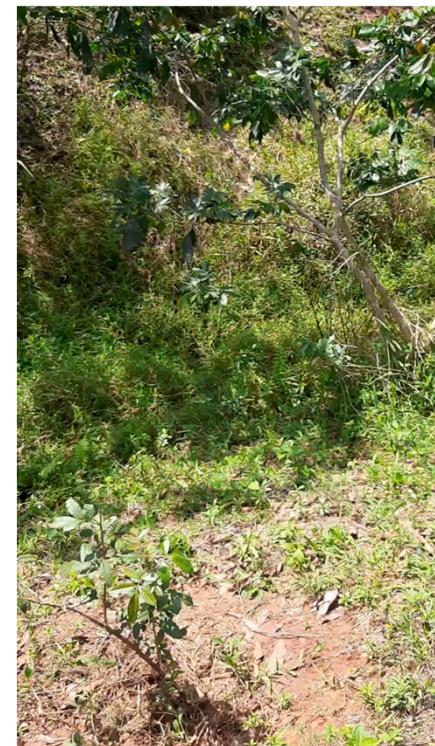
### Desvantagens

- Ausência de material lenhoso disponível
- Presença de animais domésticos
- Presença de pedras artificiais
- Presença de pastagens e canalização (manilhas)
- Acesso moderado
- Ausência de lagoas marginais
- Ausência de mata ciliar
- Fluxo de água intermitente

Montante



Jusante



**Trecho não prioritário para renaturalização**

### Caracterização

- Coordenadas Início: (Lat.) -20.2519; (Long.) -43.3749
- Comprimento de aproximadamente 700 m
- Largura de aproximadamente 10 a 20 m

### Vantagens

- Áreas de planícies e semi-encaixado
- Mata ciliar na ME
- Acesso fácil
- Ausência de animais domésticos

### Desvantagens

- Ausência de material lenhoso disponível



**Trecho apto para renaturalização**

### Caracterização

- Coordenadas Início: (Lat.) -20.2391; (Long.) -43.3422
- Coordenadas Fim: (Lat.) -20.2395; (Long.) -43.3356
- Comprimento de aproximadamente 700 m
- Largura de aproximadamente 10 a 20 m

### Vantagens

- Áreas com planícies de inundação
- Presença de lagoas marginais
- Acesso fácil
- Ausência de animais domésticos

### Desvantagens

- Ausência de material lenhoso disponível
- Instabilidade nas margens

Montante



Jusante



**Trecho apto para renaturalização**

## Rio Gualaxo do Norte – Opção 1 e Opção 2 (Aplysia)

### Opção 1

#### Caracterização

- Coordenadas Início: (Lat.) -20.2420; (Long.) -43.3770
- Coordenadas Fim: (Lat.) -20.2537; (Long.) -43.3707
- Próximo ao TG11
- Comprimento de aproximadamente 2.300 m
- Largura de aproximadamente 10 a 20 m

#### Vantagens

- Áreas com planícies de inundação
- Acesso fácil

#### Desvantagens

- Ausência de material lenhoso disponível
- Ausência de lagoas marginais
- Presença de animais domésticos

**Trecho apto para renaturalização**

### Opção 2

#### Caracterização

- Coordenadas Início: (Lat.) -20.2405; (Long.) -43.3338
- Coordenadas Fim: (Lat.) -20.2446; (Long.) -43.3332
- Próximo ao RGN02
- Comprimento de aproximadamente 1.300 m
- Largura de aproximadamente 10 a 20 m

#### Vantagens

- Áreas com planícies de inundação
- Acesso fácil

#### Desvantagens

- Ausência de material lenhoso disponível
- Ausência de lagoas marginais
- Presença de animais domésticos

**Trecho apto para renaturalização**

## Rio Gualaxo do Norte – Opção 3 e Opção 4 (Aplysia)

### Opção 3

#### Caracterização

- Coordenadas Início: (Lat.) -20.2583; (Long.) -43.3645
- Coordenadas Fim: (Lat.) -20.2582; (Long.) -43.3600
- Próximo PCH Bicas
- Comprimento de aproximadamente 500 m
- Largura de aproximadamente 10 a 20 m

#### Vantagens

- Áreas com planícies de inundação

#### Desvantagens

- Ausência de material lenhoso disponível
- Ausência de lagoas marginais
- Presença de animais domésticos
- Acesso moderado

**Trecho apto para renaturalização**

### Opção 4

#### Caracterização

- Coordenadas Início: (Lat.) -20.2461; (Long.) -43.3319
- Coordenadas Fim: (Lat.) -20.2558; (Long.) -43.3292
- Próximo ao TG 16
- Comprimento de aproximadamente 1.700 m
- Largura de aproximadamente 10 a 20 m

#### Vantagens

- Áreas com planícies de inundação

#### Desvantagens

- Ausência de lagoas marginais

**Trecho apto para renaturalização**

## Considerações finais

- A avaliação dos 5 tributários eletivos para a implementação do projeto de renaturalização do rio Gualaxo do Norte, apenas os trechos TG26 e TG40 se mostraram como não prioritários para instalação das estruturas.
- Para os tributários no total 1.000 m se mostraram aptos para implementação do projeto de renaturalização, sendo 500 m no tributário TG11, 200 m no TG 16 e 300 m no TG29.
- Em relação aos trechos RGN1 e RGN2 no rio Gualaxo do Norte, ambos se mostraram aptos para a implementação do projeto de renaturalização, totalizando comprimento de 1.400 m.
- Para as 4 opções de trechos no rio Gualaxo do Norte consideradas e avaliadas pela Aplysia, todas apresentaram características viáveis para a implementação do projeto de renaturalização, totalizando comprimento de 5.800 m.
- Desataca-se que essas conclusões foram baseadas em avaliações holísticas dos trechos, onde não foi possível avaliar todos os atributos da metodologia de análise de viabilidade. Desta forma, os trechos e comprimentos aqui estabelecidos foram para nortear uma futura análise dos trechos e podem sofrer alterações na Etapa 1 de desenvolvimento do projeto. Essa etapa consiste em realizar uma análise de viabilidade da implementação do projeto, detalhada e alicerçada em uma metodologia científica robusta.