



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E BIOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

RAIMUNDO DA SILVA LEITE

SEGMENTO 1A DO RIO VERDE, SERRANÓPOLIS, GOIÁS:
BIODIVERSIDADE E PLANEJAMENTO.

GOIÂNIA

2020

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E BIOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

RAIMUNDO DA SILVA LEITE

SEGMENTO 1A DO RIO VERDE, SERRANÓPOLIS, GOIÁS:
BIODIVERSIDADE E PLANEJAMENTO.

Monografia apresentada à Escola de Ciências Agrárias e Biológicas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Matheus Godoy Pires

Coorientador: Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin

GOIÂNIA

2020

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E BIOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

BANCA EXAMINADORA DA MONOGRAFIA

Aluno(a): Raimundo da Silva Leite

Orientador(a): Dr. Matheus Godoy Pires

Membros:

- 1. Dr. Matheus Godoy Pires**
- 2. Dra. Maira Barberi**
- 3. Ms. Agostinho Carneiro Campos**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por toda a graça recebida.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Matheus Godoy Pires e a meu coorientador Prof. Dr. Julio Cezar Rubim de Rubim, por todo o auxílio na elaboração desta monografia.

Agradeço meus colegas de turma, pelas experiências compartilhadas durante os anos de formação.

Agradeço a Fábio de Souza Santos, pela elaboração dos mapas desta monografia.

E, em especial, a meus pais, por estarem sempre presentes dando apoio e me incentivando.

RESUMO

As pesquisas relacionadas a sistemas fluviais tiveram um destacado desenvolvimento nos últimos anos, impulsionado pela disponibilização de imagens de satélite. A análise de sistemas fluviais quanto a modificações da paisagem em consequência de mudanças no curso do rio, promove uma reflexão em relação a impactos na biodiversidade local e ao planejamento urbano. O estudo foi realizado com base na interpretação de imagens de satélite do Google Earth, trabalhadas no programa Arcgis e corroboradas com dados da pesquisa bibliográfica. Os resultados evidenciam um canal do tipo meandrante, com áreas suscetíveis a desvio no curso principal, presença de lagos e canais temporários, áreas de deposição e erosão de sedimentos, e projeções de cursos pretéritos e de alterações futuras. O estudo levanta questões importantes quanto a dinâmica fluvial da região e visa contribuir com estudos arqueológicos em andamento na região e com a preservação da biodiversidade local.

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas Fluviais. Bacia Hidrográfica. Gestão Ambiental.

ABSTRACT

Research related to fluvial systems has developed significantly in recent years, driven by the availability of satellite images. The analysis of fluvial systems regarding changes in the landscape as a result of changes in the course of the river, promotes a reflection in relation to impacts on local biodiversity and urban planning. The study was carried out based on the interpretation of Google Earth satellite images, worked on the Arcgis program and corroborated with data from the bibliographic research. The results show a meandering channel, with areas susceptible to deviation in the main course, presence of lakes and temporary channels, areas of deposition and erosion of sediments, and projections of past courses and future changes. The study raises important questions regarding the fluvial dynamics of the region and aims to contribute to archaeological studies in progress in the region and to the preservation of local biodiversity.

KEYWORDS: River Systems. Hydrographic Basin. Environmental Management.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1. Padrões de drenagem	5
Figura 2. Tipos de canais	8
Figura 3. Características geométricas de um canal meandrante	12
Figura 4. Áreas de pesquisa 1, 1A, 2 e 2A	16
Figura 5. Trecho do rio Verde com parte superior da área de estudos 1A com as feições identificadas.	18
Figura 6. Trecho do rio Verde com parte inferior da área de estudos 1A com as feições identificadas	19
Figura 7. Projeções de desvio de curso no trecho do rio Verde estudado	22
Tabela 1. Variáveis utilizadas para caracterização de canais fluviais	9
Tabela 2 Índice de Sinuosidade do segmento do canal na área de pesquisa	17

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1. Bacia Hidrográfica ou Bacia de Drenagem	4
3.2. Sistemas fluviais	6
3.3. Biodiversidade e Planejamento Ambiental	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1. Laboratório	14
4.2. Gabinete	14
<u>4.2.1. Escolha da área</u>	14
<u>4.2.2. Elaboração da Monografia</u>	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

Não há dúvida de que a água é um dos recursos naturais mais importantes para a humanidade, apresentando usos intensivos e diversificados. Os sistemas fluviais possuem papel fundamental na manutenção da vida, seja para os ecossistemas associados e à vida humana, em atividades como abastecimento, fornecimento de energia, transporte e agricultura em áreas de planície de inundação etc. Em relação as interferências em ecossistemas, influenciam diretamente na modificação da paisagem através da erosão das margens, transporte e deposição de sedimentos (ZANCOPE, 2008). Diante de tal, é imprescindível conhecer a dinâmica de distribuição dos sistemas fluviais de modo a desenvolver metodologias eficazes para sua preservação.

A aplicação de dados multitemporais possibilita o reconhecimento da evolução de um ou mais objetos num dado período de tempo (SOUTO, 2009). Neste sentido, o monitoramento de ambientes fluviais através de séries temporais de imagens de satélite, permite acompanhar as modificações da morfologia destes sistemas. Segundo Alves e Carvalho (2007) o uso de imagens de satélite e fotos aéreas em estudos de sistemas fluviais facilitam sua interpretação e desenvolvimento de projeções referentes a alterações futuras. Recentemente houve um notável aumento no número de debates e estudos acerca das alterações morfológicas dos sistemas fluviais e suas consequências.

A análise de sistemas fluviais quanto a modificações da paisagem devido a alterações no curso do rio promove uma reflexão em relação a impactos na biodiversidade local e ao planejamento urbano. Trechos de rios com conformação meandrante são mais suscetíveis a essas alterações de forma natural devido a constante erosão e deposição nas margens.

A monografia é composta de seis capítulos, iniciados após a introdução ao tema. O segundo capítulo apresenta os objetivos gerais e específicos. No capítulo três temos o referencial teórico que deu suporte à pesquisa, como: Bacias Hidrográficas, Sistemas fluviais, Padrões de drenagem, Classificação morfológica dos canais, Biodiversidade e Planejamento associados aos sistemas fluviais.

O capítulo quatro descreve os matérias e métodos utilizados no decorrer da pesquisa, englobando atividades de gabinete e laboratório. No quinto capítulo são apresentados os resultados obtidos e discussão, relacionando as mudanças no traçado do rio com possíveis danos à fauna e flora, especialmente em peixes que apresentam alta sensibilidade a alterações no morfológicas, químicas e físicas no curso d'água e ao planejamento.

O sexto capítulo apresenta uma reflexão dos resultados e discussão, destacando a importância de mais estudos sobre o tema e medidas para prevenir impactos a biodiversidade da região e, por fim, no item sete temos todas as referências bibliográficas utilizadas como base científica para elaboração deste.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Analisar e interpretar o segmento do rio Verde sob a perspectiva dos impactos a biodiversidade e ao planejamento territorial.

2.2. Objetivo Específicos

- Caracterizar o canal atual e as feições associadas;
- Evidenciar pontos de possíveis alterações no curso do rio;
- Contribuir com as pesquisas arqueológicas da região mediante a produção de informações relacionadas com a dinâmica atual e pretérita do rio Verde.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Bacia Hidrográfica ou Bacia de Drenagem

Segundo Rodrigues e Adami (2005), bacia hidrográfica é um sistema composto por uma vasta gama de materiais, principalmente sólidos e líquidos, próximos à superfície terrestre. Ainda segundo os autores, tanto o interior como o exterior da bacia são restringidos por processos, que através da água das chuvas interferem no fluxo de material e energia dos rios ou redes de canais fluviais. Portanto, inclui toda a circulação, espaços de armazenamento e saídas de água e materiais por ela transportados que estejam em contato com essas.

Para Lima (1986) e Coelho Netto (1998) Uma bacia hidrológica é um sistema aberto que pode obter energia do clima e das atividades tectônicas, e perder energia através dos sedimentos, água e nutrientes que saem do local de origem. Trata-se de um sistema com um ténue equilíbrio, onde qualquer alteração causaria instabilidade, haja vista suas interações e realimentações (DREW, 2005). Assim sendo, a área da Bacia Hidrográfica influenciará no volume de água produzida pelo escoamento (LIMA,1986).

O relevo e o formato da bacia, influenciam na taxa ou estado da produção de água, bem como da taxa de sedimentação. Por sua vez, muitas características físicas das Bacias Hidrográfica são amplamente controladas ou influenciadas por sua estrutura geológica (LIMA,1986). Deve-se considerar que a geologia, tipos de classes de solos, a vegetação e a ocupação da bacia também são variáveis importantes em relação a taxa de sedimentação.

Uma bacia hidrográfica é um sistema biofísico complexo que relaciona as atividades humanas e os recursos ambientais e que requerem práticas sustentáveis de uso da terra (TRINDADE e RODRIGUES, 2016). Suas propriedades físicas e bióticas desempenham papel fundamental no ciclo da água, afetando os níveis de infiltração, evapotranspiração e deflúvio (TONELLO *et al.*, 2006).

De um ponto de vista sistêmico, o estudo de bacias hidrográficas é defendido por diversos autores ao longo da história (COELHO NETO,1998; SANTOS, 2004; MATTOS e PEREZ FILHO, 2004; CAMPOS, 2006; GUERRA e MENDONÇA, 2007). Segundo Graf (1988) um rio é um sistema geral integrado de elementos conectados por processos hidrológicos. Sendo assim, a alteração de um elemento, afeta diretamente os demais. Esta parece ser apenas uma afirmação superficial, mas também é óbvia.

Os rios são elementos principais de uma bacia hidrográfica e de acordo com Riccomini *et al.*, (2000), apresentam participação ativa na modificação da paisagem através de processos aluviais, como a erosão, sedimentação e transporte de materiais, que são de extrema importância econômica para a sobrevivência humana. Christofolletti (1974) empregou um critério geométrico, da posição fluvial sem nenhum sentido genético, conceituando alguns tipos básicos de padrões de drenagem com base em sua morfologia, sendo: a) drenagem dendrítica, b) drenagem treliça, c) drenagem retangular, d) drenagem radial, e) drenagem anelar e f) drenagem paralela (Figura 1).

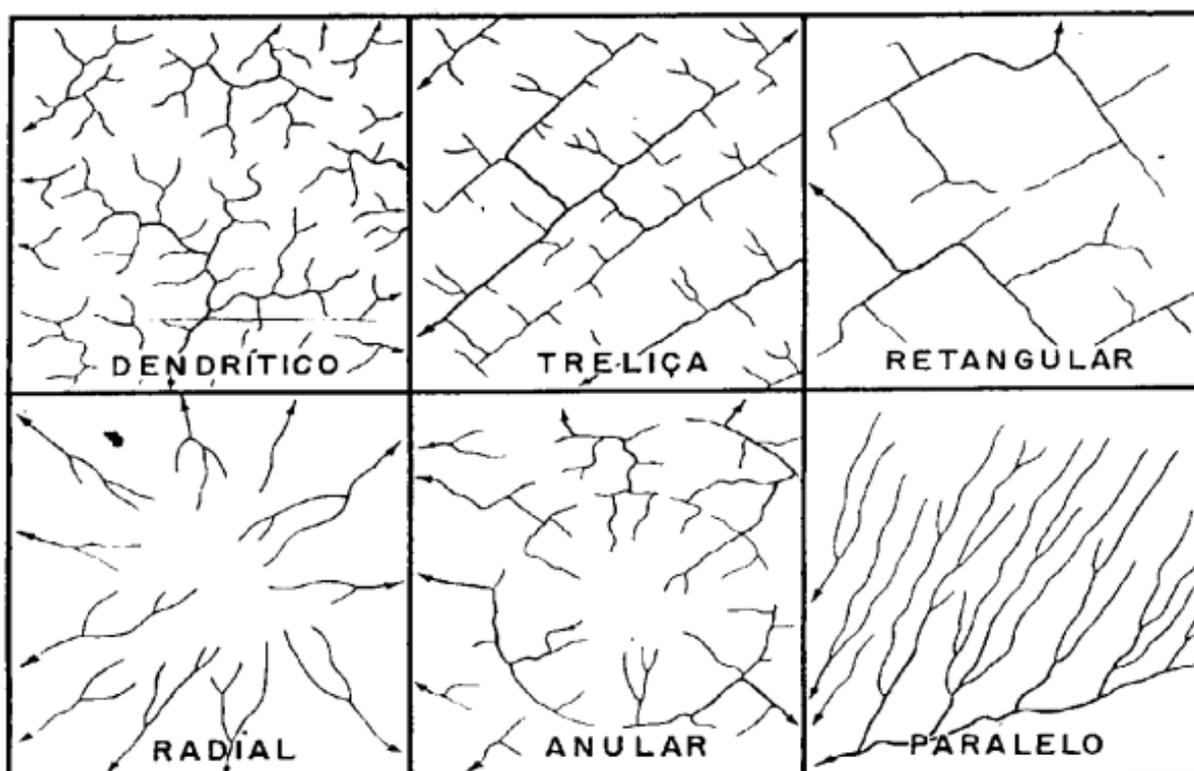


Figura 1: Padrões de drenagem. Fonte: Christofolletti (1974)

De acordo com Maia *et al* (2009) o padrão dendrítico é um modelo no qual os talwegues têm comprimentos diferentes e nenhuma direção prioritária assemelhando-se à configuração de uma árvore. A corrente principal corresponde ao tronco da árvore, os tributários aos seus ramos e as correntes de menor categoria aos raminhos e folhas. Assim como nas árvores, os ramos formados pelas correntes tributárias distribuem-se em todas as direções sobre a superfície do terreno, e unem-se formando ângulos agudos de graduações variadas, porém nunca configurando um ângulo reto. A presença de confluências em ângulos retos, no padrão dendrítico, constitui anomalia que se deve atribuir, em geral, aos fenômenos tectônicos. Esse padrão é tipicamente desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme, ou em estruturas sedimentares horizontais.

Nos rios do tipo retangular os canais se unem formando ângulos retos, sendo comuns em superfícies rochosas que apresentam falhas ou diáclase. A estrutura das rochas condiciona a drenagem, podendo ocorrer em derrames de lavas, arenitos, rochas ígneas plutônicas, onde as diáclases se formam no processo de resfriamento (MAIA *et al*, 2009).

Nos padrões do tipo paralelo os talwegues se encontram paralelos e subparalelos entre si, sendo comuns em áreas com falha intensa unidirecional ou locais que apresentam camadas sedimentares inclinadas com contatos geológicos quase retilíneos. Em contraste o padrão treliça se caracteriza pela presença de canais fluviais longos com uma série de canais curtos que, em ângulos retos, desembocam no canal maior. É um padrão que se desenvolve na área dobrada (MAIA *et al*, 2009).

O padrão radial apresenta um talvegue implantado em uma estrutura ou área mais elevada ao longo da direção radial. Ocorre em estruturas vulcânicas, em áreas onde aparecem áreas deposicionais com cúpula de sal e corpos de rocha ígnea, que se destacam na topografia devido à erosão diferencial (MAIA *et al*, 2009). O padrão anelar, por sua vez, apresenta anéis concêntricos. É uma área típica de cúpula, profundamente entalhada em uma estrutura composta por camadas macias e duras (SUGUIO, 1988). É comum em áreas de impacto, o que refletiria as falhas radiais e concêntricas que se formam em seu entorno devido à expansão e dissipação de ondas de choque.

3.2. SISTEMAS FLUVIAIS

Christofolletti (1979) destaca que a vazão e o sedimento são os principais componentes da estrutura canal fluvial, estando a gestão dos recursos hídricos vinculada à análise dos sedimentos. O conceito de sistema fluvial está inserido nesta visão, que é entendida como fonte de sedimentos, rede de transporte e local de deposição. Além de apresentarem proporções distintas, esses elementos não são mutuamente exclusivos no espaço.

As pesquisas relacionadas a sistemas fluviais tiveram um destacado desenvolvimento nos últimos vinte anos por conta da disponibilização de imagens de satélite. Entretanto, desde a idade média é objeto de investigação.

Para Carvalho (2008) os modos com que se dar a sedimentação são muito complexos, incluindo erosão, deslocamento de partículas nos rios por escoamento ou outro meio, transporte, deposição e compactação de sedimentos em rios, lagos ou reservatórios. Esses fenômenos são naturais e sempre ocorrem durante os períodos geológicos, sendo os responsáveis pela forma atual da superfície da Terra.

Cunha (2008) enfatiza que processos fluviais se alternam no decorrer do tempo e espaço, sendo definidos pela distribuição da turbulência e velocidade do fluxo do canal. Tais fatores, somados ao volume do fluxo e das partículas transportadas nas águas dos rios influenciam o processo de erosão (SOUZA E CUNHA, 2012).

Ainda segundo Cunha (2008), o transporte e o deslocamento de sedimentos são influenciados pelo peso, tamanho e forma das partículas sedimentares, bem como pelas forças exercidas pelo escoamento. A redução de tais forças, ao ponto de não afetarem mais o deslocamento de partículas, resulta no processo de deposição.

A análise morfológica de um sistema ambiental visa representar e medir seus aspectos geométricos, como forma, arranjo estrutural e composição dos elementos. Um problema básico na análise morfológica desses aspectos é a identificação do sistema, que deve ser avaliado com precisão para que seja possível saber quais são os elementos constituintes. Sendo assim, é indispensável o uso da cartografia, fotografia aérea, sensoriamento remoto e instrumentos de operação em campo (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Para Phillips (2012), é necessário analisar a relação entre os elementos e a ideia de sincronização entre a escala do sistema fluvial (três áreas distintas, relações verticais, horizontais, etc.). Avaliando assim, a presença dos elementos, suas relações entre si e a relação entre diferentes escalas ou subsistemas. Por exemplo, o rio pode ser estudado em três escalas diferentes: hidrologia, seção lateral e trecho de canal.

Para Bigarella *et al.* (2003), a forma de um determinado rio representa o estado quase equilibrado de variáveis em todos os níveis do sistema, como o volume, o tipo de carga sedimentar, o tamanho e a frequência da descarga, a declividade, largura e profundidade do canal. Por volta dos anos 1970, os diferentes tipos de rios existentes na natureza eram divididos em três tipos básicos: entrelaçado (*braided*), meandrante (*meandering*) e retilíneo (*straight*) (LEOPOLD e WOLMAN, 1957; ALLEN, 1965), podendo esses tipos apresentarem alteração gradual e coexistência em um mesmo sistema fluvial.

O termo *anastomosis* (anastomosado) foi originalmente usado como sinônimo de *braided* (entrelaçado) (LEOPOLD e WOLMAN, 1957) e foi usado por Hills (1960) para definir sistemas multicanaís e baixas velocidade de fluxo e com desenvolvimento horizontal de planícies de inundação. Schumm (1968) sugeriu que tal denominação fosse usada para esse tipo específico de rio. O termo foi novamente usado por Smith (1974, *apud* SMITH e PUTNAM,

1980; SMITH, 1976) na década de setenta e na década seguinte Smith e Smith (1980) empregaram o termo em questão para se referir a um novo tipo de canal fluvial.

A classificação em retilíneo, entrelaçado, anastomosado e meandrante (Figura 2) leva em consideração critérios de classificação como o grau de entrelaçamento e índice de sinuosidade (relação largura/profundidade), onde valores maiores que 1,5 apresentam alta sinuosidade e menores que 1,5 apresentam baixa sinuosidade (RICCOMINI *et al.*, 2000). Existem diversos outros fatores levados em consideração na identificação de canais fluviais, como é apresentado por Stevaux (1993) (Tabela 1, a frente).

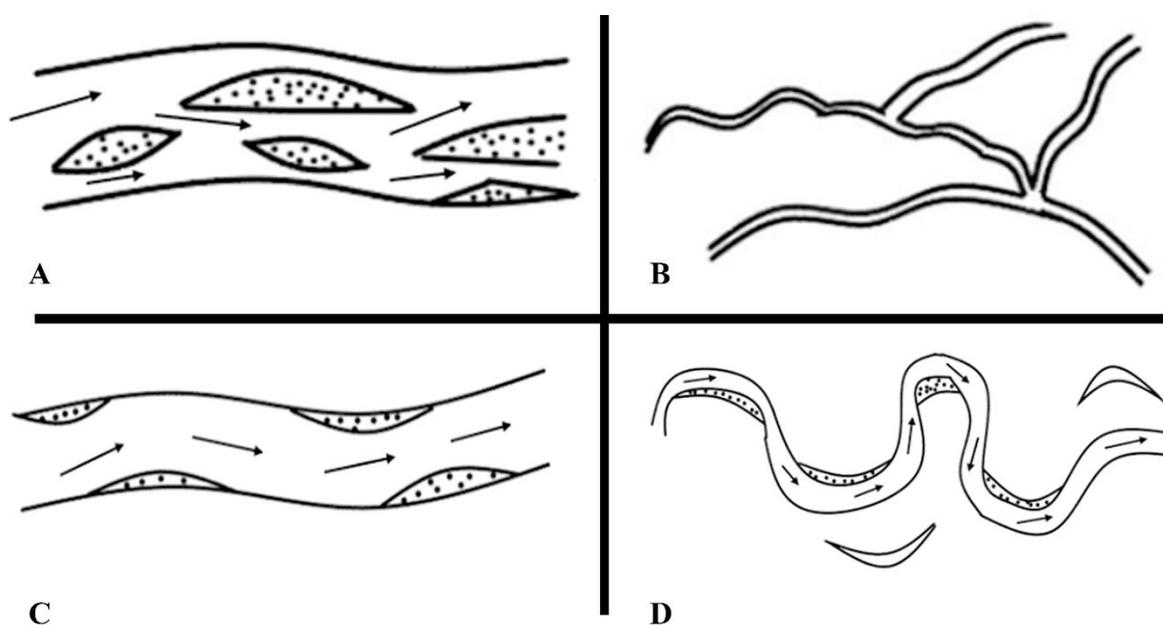


Figura 2: Tipos de canais. (A) Entrelaçado; (B) Anastomosado; (C) Retilíneo; (D) Meandrante. Adaptado de Riccomini *et al.* (2000).

O padrão entrelaçado (braided) é composto por diversos canais separados por ilhas ou barras. As ilhas são em geral estáveis, vegetadas e permanecem emersas durante as cheias. Já as barras apresentam menor estabilidade e não possuem vegetação, ficando totalmente submersas nas cheias. A característica desses tipos de rios é que os canais se dividem e convergem repetidamente, o que está relacionado à dispersão e convergência de vazões, o que leva ao aumento da atividade fluvial quando comparado aos demais tipos de rios (KNIGHTON, 1998).

Miall (1977,1981) caracteriza os rios entrelaçados quanto a sua alta relação largura/profundidade, que geralmente é maior do que 40 e ultrapassando o valor 300 com frequência. Outra característica desse tipo de canal é a predominância da carga de fundo (SCHUMM, 1963,1981) (Figura 2-A).

Tabela 1 – Variáveis utilizadas para caracterização de canais fluviais. Adaptado de Stevaux (1993).

	Sinuosidade	Carga	Morfologia	L/P*	Carga de fundo	Comportamento de deposição	Comportamento de Erosão
Entrelaçado	<1,5	Fundo	Múltiplos canais com barras e ilhas	>40	>11	Agradação do canal, barra central	Alargamento de Canal
Retilíneo	<1,5	Suspensão mista ou fundo	Canal único	>40	<11	Barra Lateral	Incisão e alagamento de canal
Meandrante	>1,5	Suspensão mista	Canal único	< 40	< 11	Barra de pontal	Incisão e alagamento de Meandro
Anastomosado	>2,0	Suspensão	Múltiplos canais com ilhas grandes e estáveis	<10	<3	Lenta e acreção de barra	Lento e alagamento de meandro

* L/P= Relação Largura/Profundidade

Ao mencionar os canais anastomosados (Figura 2-B), Christofolletti (1981, p. 155) os descreve como “rios que apresentam múltiplos canais, pequenos e de baixa profundidade, que se subdividem e se reúnem aleatoriamente, separados pelas margens e pelas ilhas”. Durante a estação das cheias, muitas margens de rios e pequenas ilhas ficam submersas, embora o entalhamento fluvial, a vegetação fixa e uma alta taxa de sedimentação venham a possibilitar que algumas continuem acima do nível das águas. No processo de mudança de fluxo, o tamanho e a posição do canal de fluxo são mutáveis.

Segundo Cunha (2013), nos canais anastomosados há a formação de ilhas mais fixas no fundo do leito que resistem à ação erosiva e deposicional de sedimentos. A presença de vegetação e a sedimentação de resíduos mais finos pode estabilizar as barras, sendo que a vegetação é um elemento que impede a erosão e permite a deposição desses sedimentos. Dessa forma, pode-se definir a presença de vegetação ciliar como elemento essencial na estabilização dos canais fluviais.

Os Canais retilíneos (Figura 2-C) apresentam baixo índice de sinuosidade (SUGUIO,2003) e referem-se à passagem de um canal ao longo de um caminho reto, sem desviar significativamente de seu curso natural em direção ao estuário. Canais de rios retos verdadeiros são raros na natureza e existem principalmente quando os rios são controlados por tectônicas, como canais de água ao longo de falhas (CHRISTOFOLETTI, 1981; CUNHA, 2008). Riccomini *et al* (2000) deixa claro que esta conformação de rios é mais comum em sistemas deltaicos que desaguam em lagos ou mares.

Com base na classificação quanto ao índice de sinuosidade, o canal atual na área de pesquisa é meandrante (Tabela 1), razão pela qual será dado um enfoque maior nesse tipo de canal.

Para Silva (2010) o canal meandrante (Figura 2-D) é representado por um rio continuamente escavado na margem côncava (com maior energia) e depositado na margem convexa (menor energia), migrando horizontalmente tanto em direção à jusante como lateralmente, dentro da planície. Este tipo de canal é considerado o mais conhecido dentre todos, uma vez que este padrão é objeto de um grande número de estudos.

O rio meandrante muda constantemente com o passar do tempo e migra em sua planície. A erosão geralmente ocorre do lado de fora da curva em zigue-zague e avança na planície de inundação e ao mesmo tempo, ocorre deposição de sedimentos dentro da curva, controlando assim a largura do canal (CHARLTON R., 2008). Por outro lado, à medida que o meandro desenvolve e migra lateralmente, perde energia de fluxo, e o rio tende a romper, formando um meandro abandonado, como é citado por Leopold *et al.* (1964).

Segundo Christofolletti (1990), meandramentos é a forma como os rios funcionam com a menor e melhor alocação de gasto de energia. Nesse sentido, a tortuosidade do canal está mais diretamente relacionada ao tamanho do grão do sedimento do que à inclinação do substrato. Portanto, quando o canal se desvia de seu leito natural durante a retificação, é necessário reajustar a forma do canal para se adaptar ao tamanho da partícula, uma vez que a composição do canal também mudará.

Mudanças no suprimento de sedimentos são refletidas diretamente na tendência de erosão do leito do rio, enquanto mudanças no tamanho das partículas carregadas resultam em mudanças na proporção de sedimento em suspensão e de fundo. Isso afeta a forma plana e a seção transversal do canal (SCHUMM, 1977 *apud* WIZGA, 2001). Segundo Suguio (2003), o um rio meandrante apresenta índice de Sinuosidade maior que 1,5 (Tabela 1), padrão assimétrico e a intensidade do canal é diretamente afetada pela sinuosidade.

Em seu estudo na década de 1980, Christofolletti faz uma ressalva quanto a importância de se nomear canais e meandros tendo em foco padrões geométricos (Figura 3). Na ocasião o autor destacou tópicos como comprimento do canal, comprimento de onda, largura do canal, raio de curvatura, largura e amplitude da faixa de meandros (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A largura do canal (w) é a distância compreendida entre as duas margens de um canal fluvial, de modo perpendicular, podendo ser medida nos pontos de inflexão, por ser mais

constante nesses locais, em oposição aos setores das curvas meandrantas que são mais instáveis. Já o comprimento do canal (L) é a mensuração da distância que acompanha o lineamento da margem do canal, tomando-se com limites os pontos de inflexão compreendidos pelo comprimento de onda.

Christofoletti (1980) ressalva que conceituar o raio de curvatura do canal (r_c) é o mesmo que assumir que a linha central do canal está na curva sinuosa igual ao arco do círculo. Portanto, devemos tentar medir o raio que melhor se ajusta a este arco. Esta medida de raio corresponde ao raio médio de curvatura. Enquanto o comprimento de onda (λ) é a distância entre os pontos de inflexão de dois arcos "mecânicos" consecutivos, ou a distância entre os eixos de duas curvas "mecânicas" consecutivas do mesmo lado. Esta característica pode ser medida de uma maneira mais geral, desenhando uma linha reta do ponto de inflexão a montante até a primeira curva de "velocidade média" e o ponto de inflexão a jusante da próxima curva.

Florenzano (2008) afirma que os canais meandrantas originam várias formas de lagos e depósitos de planície de inundação. Os meandros abandonados estão entre as formas derivadas destes canais mais comuns e se originam de processos migratórios das curvas meândricas que podem ser drásticos e repentinos. É importante ressaltar que a frequência de canais abandonados aumenta com a sinuosidade do canal fluvial. Nesse contexto, o autor destacou diferentes formas de deposição e erosão nas planícies fluviais, como terraços fluviais, diques de borda, ilhas formadas no centro do canal e paleodiques (FLORENZANO, 2008).

Os canais meandrantas são mais comuns em rios de regiões úmidas e com cobertura vegetal, que associadas a outros fatores, como a suavidade da topografia, possui fator estabilizador na descarga sazonal e redutor no nível de transporte de sedimentos, bem como na velocidade. A vegetação também possui fator inibidor sobre a erosão das margens.

Segundo Christofoletti (1981), a formação dos meandros abandonados se dar pela junção dos seguintes fatores: ao encurtamento da curva meândrica, ao corte do pedúnculo (*neck cut-off*), que consiste no entalhamento de um novo canal através do estreito pedúnculo entre duas curvas meândricas e devido a avulsão, processo de deslocamento súbito de parte ou conjunto do campo meândrico para o rio. Nesse último caso o novo traçado segue um nível topográfico mais baixo na planície de inundação.

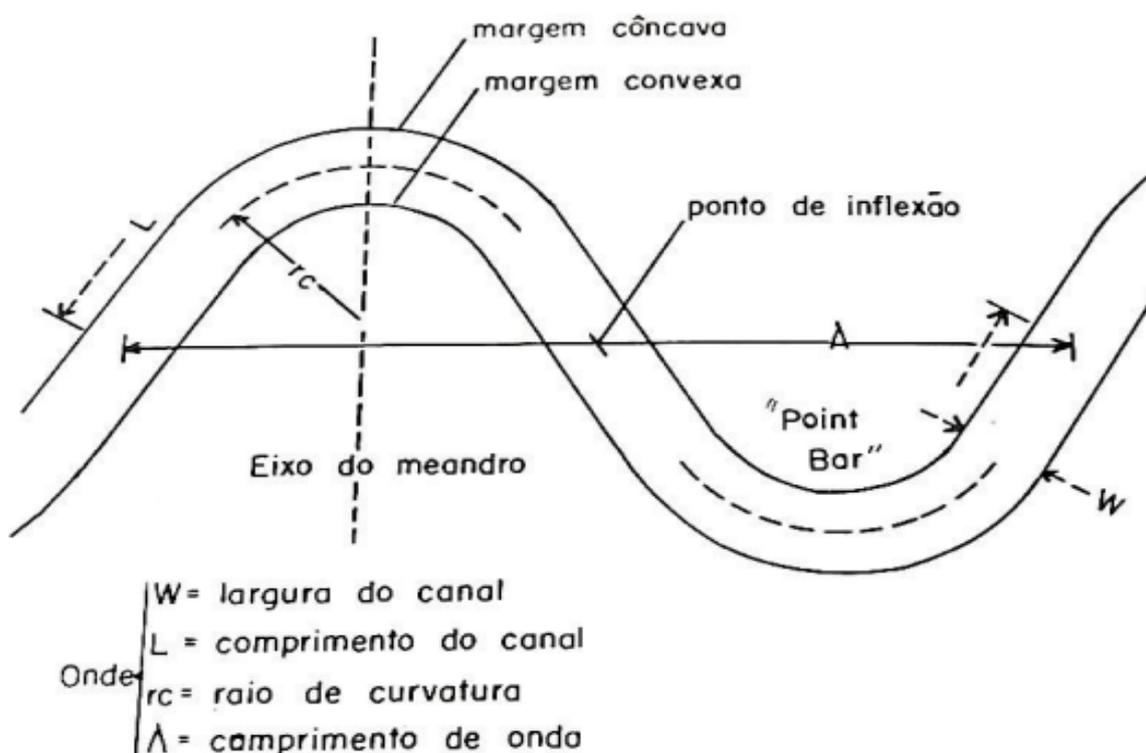


Figura 3: Características geométricas de um canal meandrante. Fonte: Christofolletti (1980)

3.3. Biodiversidade e Planejamento Ambiental

Por ser um país com características continentais, o território brasileiro abrange zonas climáticas e características únicas, que favorecem a diversidade e abundância de espécies vegetais e animais que vivem nessas áreas (MMA 2008, LUCA *et al.*, 2009). Esta diversidade está distribuída em seis biomas ou regiões fitogeográficas, tem características uniformes e tem relevância internacional para a proteção da natureza (FORZZA *et al.* 2010). A Mata Atlântica e Cerrado brasileiros, por exemplo, estão entre as 25 regiões mundiais prioritárias a conservação da biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000).

O Cerrado é um dos mais antigos biomas brasileiros, localizado no Planalto Central brasileiro e é considerado o segundo maior bioma do Brasil, depois da Amazônia, ocupando aproximadamente 25% da superfície do território brasileiro e sendo considerado a última fronteira agrícola do planeta. Sua vegetação possui relações ecológicas e de fisionomia com outras savanas da América central, da África e da Austrália (ALLEN E VALLS, 1987; BORLAUG, 2002; RIBEIRO E WALTER, 2008).

Apesar das ameaças à sua integridade biótica, o Cerrado é um domínio morfoclimático de elevada biodiversidade, apresentando aproximadamente 12.000 espécies vegetais (MARTINELLI E MORAIS, 2013) e apresentando uma alta taxa de endemismo para essas

espécies, como exemplificado por Ratter *et al.* (2003), que revelou que apenas 300 das 914 espécies de árvores e arbustos registradas em 315 localidades do Cerrado ocorrem em mais de oito localidades, sendo as outras 614 espécies encontradas em apenas uma localidade. Em se tratando de sua fauna, Dias (1992) estimava que o Cerrado abriga cerca de 320.000 espécies de animais, mas esse número é provavelmente muito maior.

Shiki (2000) ressalva que no Cerrado se encontram as nascentes de alguns dos mais importantes rios do país e constitui área de reabastecimento de aquíferos de importância continental, sendo assim, é imprescindível a preservação deste bioma que tanto contribui para o ecossistema como um todo. É no Cerrado, mais especificamente no estado de Minas Gerais, que se encontra a nascente do Rio Verde, objeto de estudo dessa monografia.

O processo de gestão e planejamento ambiental de Bacia Hidrográfica foi originalmente concebido para solucionar problemas relacionados aos recursos hídricos, priorizando o controle de enchentes, irrigação, navegação, abastecimento público e industrial (FORBES e HODGE, 1971).

Segundo Scariot *et al* (2005) atividades antrópicas como a agricultura e a pecuária estão entre os fatores que mais provocam alterações nas paisagens naturais do Cerrado. As taxas de desmatamento desse bioma ultrapassam aquelas da floresta amazônica e ainda assim os esforços para sua proteção não seguem esse ritmo. Aproximadamente apenas 2,2% do Cerrado estão legalmente protegidos e 20% de suas espécies de animais e plantas em risco de extinção ou endêmicas não ocorrem em áreas protegidas (SCARIOT *et al.*, 2005; KLINK e MACHADO, 2005).

Levando em consideração a influência das ações antropizadas nas mudanças locais que afetam a biodiversidade e os serviços ecológicos como um todo, o planejamento ambiental aparece com ferramenta de altíssima importância. Decidir, dentre variadas alternativas, a que traz menor impacto aos recursos ambientais de uma região e buscar uma melhor combinação de uso de determinada área, de modo a satisfazer, de forma sustentável, a necessidade da maioria, são os objetivos do planejamento ambiental de acordo com Pires (1995).

A quantidade e a qualidade dos recursos hídricos podem ser afetadas pela ausência de um devido planejamento ambiental no uso e ocupação do solo, sendo os rios mais afetados aqueles próximos a regiões urbanas, que geralmente apresentam baixa permeabilidade e descarregam resíduos poluentes diretamente no seu leito (PIRES *et al.*, 2008).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento da Monografia abrange duas etapas: Laboratório e Gabinete. As atividades relacionadas a cada etapa estão relacionadas abaixo.

4.1. Laboratório

- Delimitação da área de pesquisa através das imagens de satélite disponibilizadas no Google Earth;
- Utilização do programa ArcGis para trabalhar com as imagens;
- Cálculo do Índice de Sinuosidade (IS) do segmento de pesquisa;
- Análise das imagens de satélite;
- Delimitação do canal atual;
- Delimitação de meandros abandonados, lagos e paleocanais;
- Identificação de áreas com processos de deposição e erosão nas margens do canal;
- Identificação dos pontos favoráveis a ocorrência de atalhos em corredeira (*chute cut off*) e em colo (*neck cut off*).

4.2. Gabinete

- Discussão das variáveis a serem aplicadas na área de pesquisa: segmento de canal meandrante, planície aluvial com meandros abandonados e paleocanais, implicações na biodiversidade e no planejamento territorial;

4.2.1. Escolha da área:

- A área de estudo está localizada no município de Serranópolis, no estado de Goiás, região central do Brasil, a uma distância de 380 km da capital do estado, Goiânia.
- Pesquisa bibliográfica relacionada a sistemas fluviais, planejamento ambiental e biodiversidade;
- Correlação entre a área de pesquisa e as informações obtidas na bibliografia utilizada;
- Os dados e resultados obtidos foram discutidos e interpretados sob a perspectivas dos objetivos gerais e específicos;
- Interpretação dos resultados das análises das imagens de satélite; - Correlação entre os dados e informações obtidas na pesquisa;

- Os dados referentes a largura e profundidade do trecho do Rio Verde foi verificado através de perguntas aos moradores das proximidades, considerando o período de chuva e estiagem. Foi utilizado o programa QGIS para obter dados de comprimento das projeções.

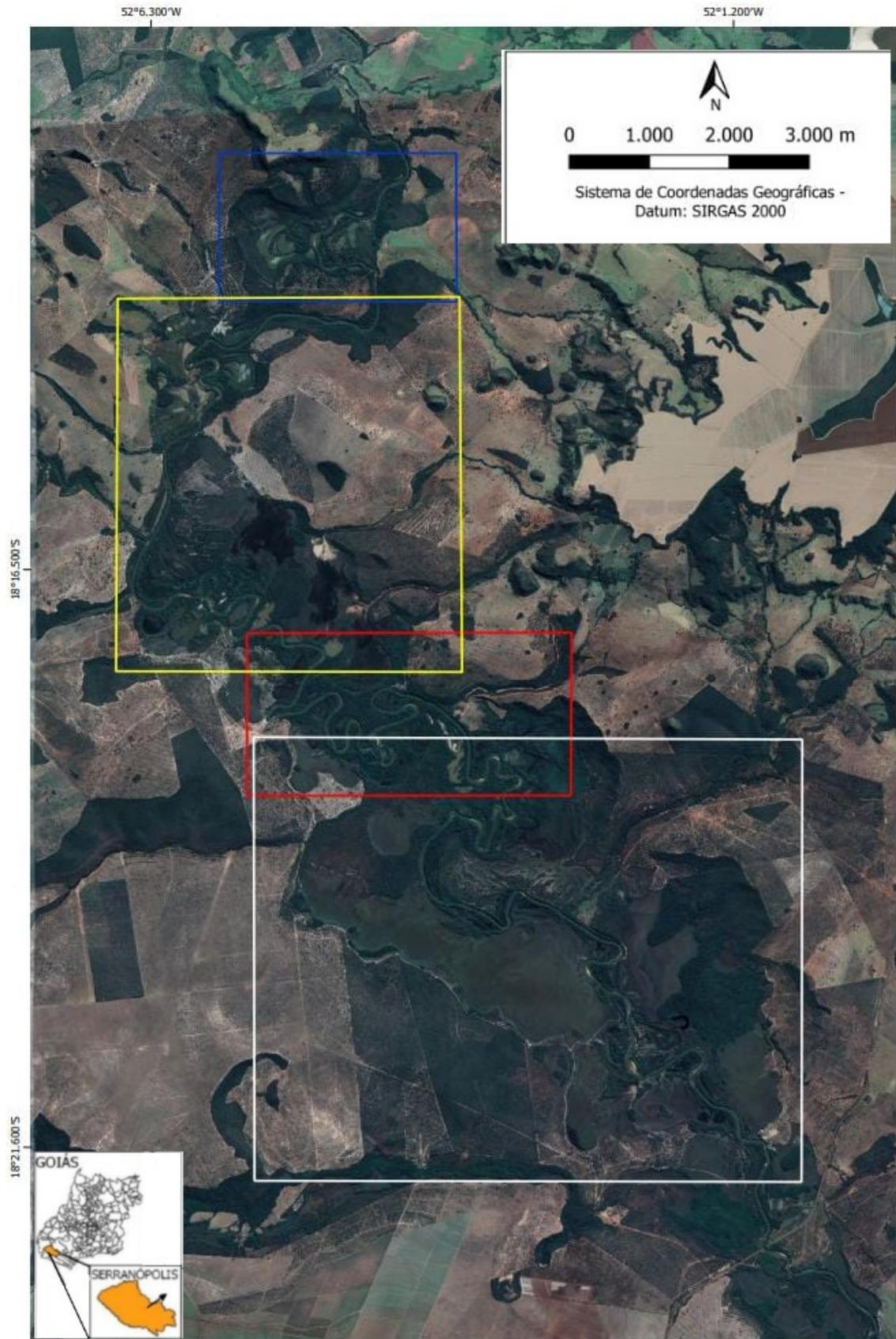
4.2.2. Elaboração da Monografia:

- Em relação as áreas de pesquisas, foi delimitado um trecho de aproximadamente 44km do canal do rio Verde com índice de sinuosidade (I.S.) de 2,5, onde foram definidos os quatro segmentos meandantes com as características mencionadas anteriormente. Os segmentos estão identificados como “Área de estudo”, objeto desta monografia, Bezerra (2020), Pires (2020) e Santos (2020), objetos da monografia de Mayza Luz Bezerra, Matheus Guimarães Pires e Anna Rocha dos Santos, respectivamente (Figura 4).

Fez-se uso do programa ArcGis para trabalhar com as imagens. A análise das imagens de satélite foi importante para a delimitação do canal atual, dos meandros abandonados, lagos e paleocanais, assim como a identificação de áreas com processos de deposição e erosão nas margens do canal e a identificação dos pontos favoráveis a ocorrência de atalhos em corredeira (*chute cut off*) e em colo (*neck cut off*).

Cabe destacar que a presente monografia está inserida em uma abordagem mais ampla em relação ao rio Verde, o qual foi subdividido em segmentos tendo iniciado no semestre passado com as monografias de Bezerra (2020) - segmento 1 e Pires (2020) – segmento 2. Atualmente estão sendo investigados os segmentos 2A (Santos, 2020) e 1A (Figura 4).

Para facilitar a visualização das feições a área de pesquisa 1A foi subdividida em duas partes, inferior e superior, como apresentado nas figuras 5 e 6.



Legenda: ■ Área 1; ■ Área 1A; ■ Área 2 ; Área 2 A .

Figura 4 – Áreas de pesquisa 1(Bezerra ,2020), 1A, 2 (Pires,2020) e 2A (Santos,2020) em trechos do rio Verde na região de Serranópolis-GO. Elaborado por: Fábio de Souza Santos (2020).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudos localizada próximo ao sítio arqueológico GO-JA-02, no município de Serranópolis-GO e a aproximadamente 380km de Goiânia, apresenta um canal com comprimento de aproximadamente 14,4km e índice de sinuosidade (IS) 2,4 (Tabela 2), o que confirma dados de trabalhos anteriores na área, Bezerra (2020) e Pires (2020), caracterizando-o como meandrante de acordo com Riccomini *et al* (2000). Com base na análise das imagens de satélite da área é possível identificar a presença de pontos deposição-erosão, lagos temporários, meandros abandonados (*ox-box lake*) e paleocanais (Figuras 5 e 6), além de estabelecer projeções quanto a possíveis alterações do curso do canal (Figura 7).

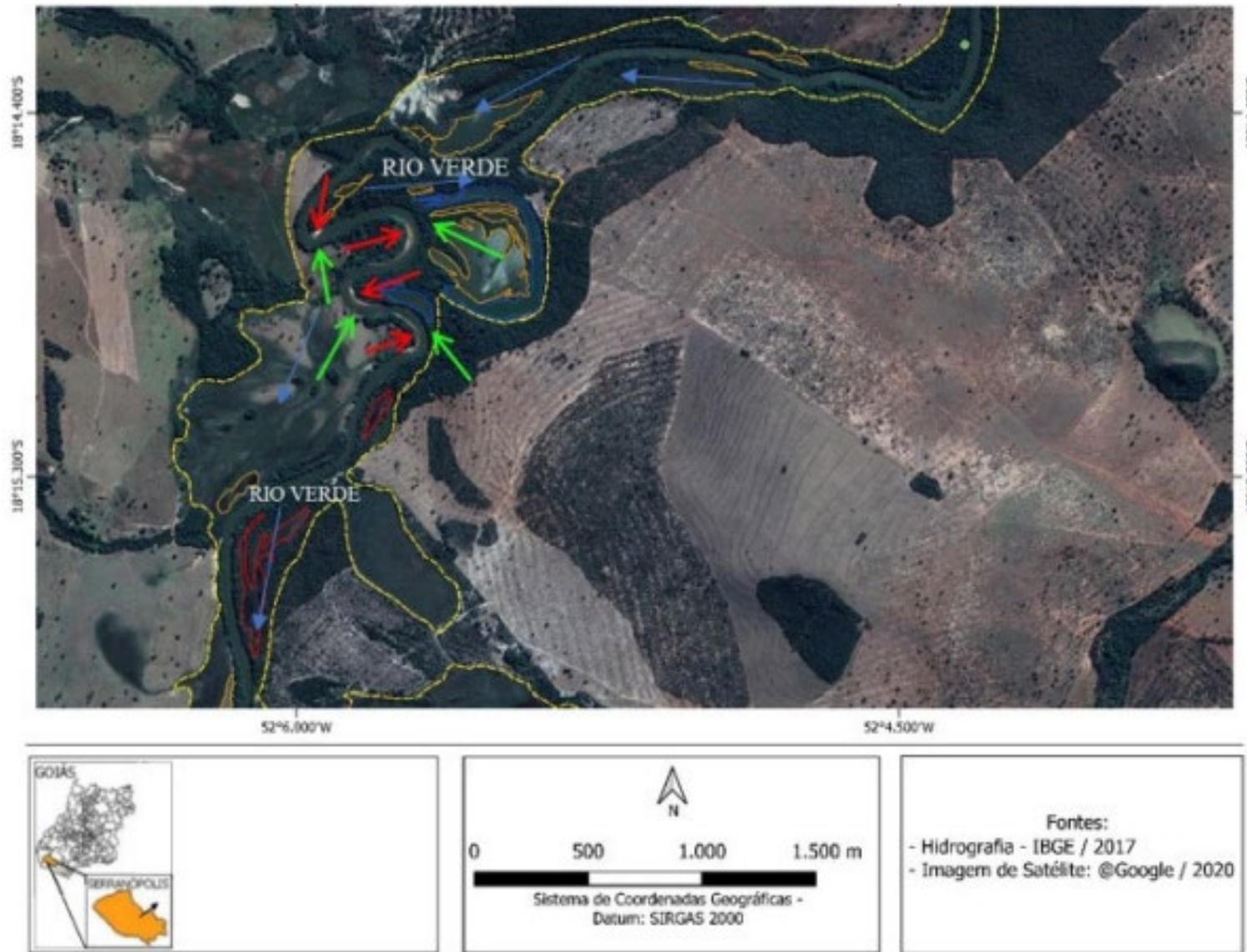
Tabela 2 - Índice de Sinuosidade do segmento do canal na área de pesquisa.

Comprimento do Talvegue	14,4km
Comprimento do Vale	6km
Índice de Sinuosidade (IS)	2,4

Elaborado por Raimundo da Silva Leite (2020)

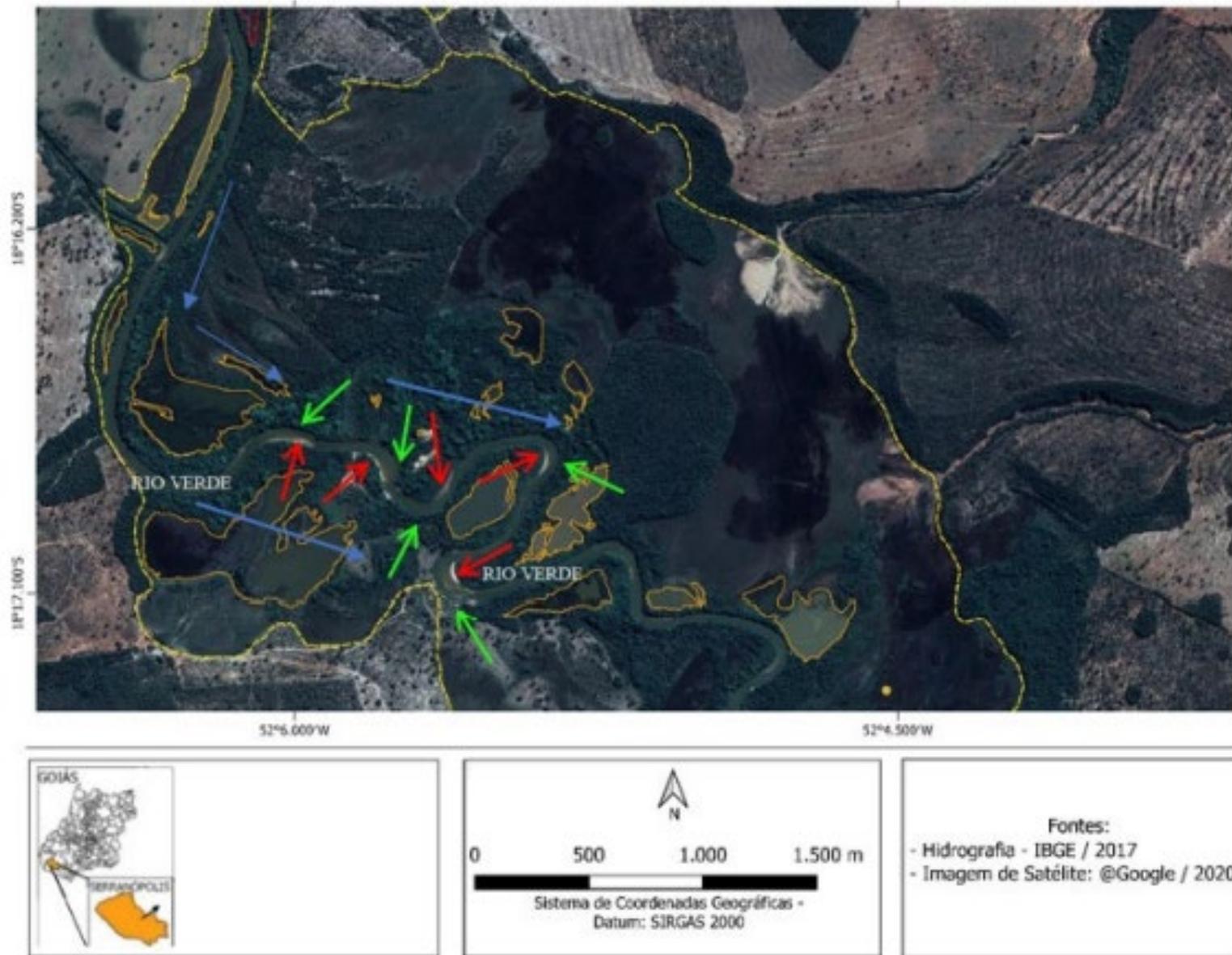
As feições descritas são típicas de um sistema em constante alteração na busca por equilíbrio. Ao analisar as figuras 05, 06 e 07 sequencialmente, é possível correlacionar o curso antigo, o curso atual e projeções futuras do canal. A presença de meandros abandonados e paleocanais adjacentes ao canal atual são as principais evidências que o relacionam com o seu curso pretérito, uma vez que representam locais onde o canal já esteve instalado.

Ressalta-se que a planície de inundação atual pode estar mascarando ou encobrendo feições associadas a cursos pretéritos. O canal atual do rio Verde na área de pesquisa revela um comportamento típico de canal meandrantess, com processos erosivos nas margens côncavas e deposicionais nas margens convexas e presença de planície de inundação periodicamente inundadas nos períodos de chuvas. Segundo Carvalho (2008), o transporte de sedimentos nas estações chuvosas de verão é naturalmente maior que em relação aos períodos secos do inverno do Brasil Central.



Legenda: ■ Lagos; ■ Meandro Abandonado; ■ Páleo canal;
- - - Planície de Inundação; → Pontos de deposição; → Pontos de erosão
→ Sentido de transbordamento do canal

Figura 5-Trecho do rio Verde com parte superior da área de estudos 1A com as feições identificadas. Elaborado por: Fábio de Souza Santos (2020).



Legenda: ■ Lagos; ■ Meandro Abandonado; ■ Páleo canal;
 Planície de Inundação; → Pontos de deposição; → Pontos de erosão
→ Sentido de transbordamento do canal.

Figura 6-Trecho do rio Verde com parte inferior da área de estudos 1A com as feições identificadas. Elaborado por: Fábio de Souza Santos (2020)

A presença de uma planície de inundação representa períodos de maior e menor vazão, com grande variação da cota fluvial. É perceptível que nos períodos de maior vazão o canal atingiu o limite de margem plena e saiu de sua calha, delimitando a planície. De acordo com as considerações apresentadas no capítulo da fundamentação teórica e acima, a intensidade dos processos erosivos pode resultar na mudança do curso no canal atual.

A Figura 7 apresenta doze projeções ou hipóteses de alteração no curso do canal, com base em pontos de erosão ou sentidos de deslocamento do canal durante transbordamentos evidenciados nas figuras 05 e 06. Sob o avanço da frente de erosão marginal, a interação entre o processo de formação do ambiente sedimentar e a migração do meandro indica que, além da influência dos depósitos sedimentares na evolução do canal, a forte atuação da hidrodinâmica e também da carga sedimentar do canal, torna-se maior em função da conversão de novas áreas pelo avanço agrícola. Dentre todas as projeções, nenhuma delas pode resultar na alteração imediata de um canal meandrante para retilíneo, uma vez que seria necessário eliminar um segmento de alta sinuosidade e, em consequência, alterar o índice correspondente.

Dentre as várias possibilidades, a concomitância entre as projeções 5,6 e 11 resultará em uma alteração brusca no curso do rio Verde, podendo alterar o padrão do trecho em questão para retilíneo. O mesmo ocorre com as projeções 8 e 12. Essas hipóteses são interessantes de serem abordadas, pois estão relacionadas com a atualidade, com o futuro e com o passado mais distante, representado pelas ocupações pretéritas.

Quanto a Biodiversidade: de modo geral, é afetada por alterações no curso do rio. Independente da causa das mudanças, seja com a criação ou eliminação de lagos e readequação da forma do canal (de simétrico para assimétrico ou ao contrário), seja por mudanças nas áreas de deposição e erosão, o fato é que tanto fauna quanto a flora são afetados direta ou indiretamente.

Mudanças na dinâmica do sistema fluvial causa desequilíbrio nesse ecossistema causando alterações na quantidade ou no tipo de sedimentos pelo rio, nos nutrientes, afetando o ciclo de vida e distribuição dos seres vivos presentes no local. Os peixes, por exemplo, são sensíveis as alterações no ambiente, especialmente relação a mudanças químicas e físicas da água como, turbidez, pH, temperatura, ou na velocidade do fluxo do canal, e quantidade de oxigênio e sedimentos, tornando-se bioindicadores de excelência (FREITAS *et al.*2007).

Quanto a vegetação, alterações no curso do canal, como a retilinização de trechos meandrantés, alteram as áreas de inundação em épocas de cheia e conseqüentemente a

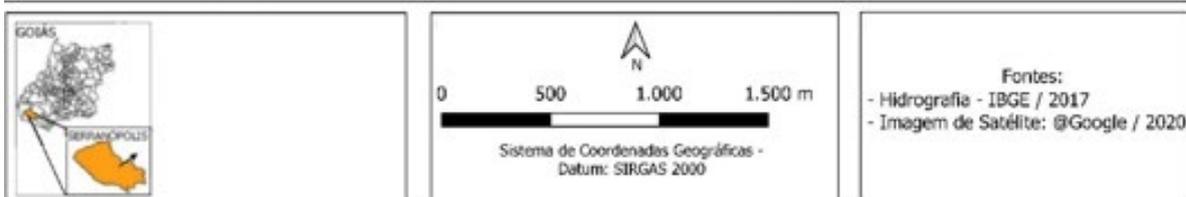
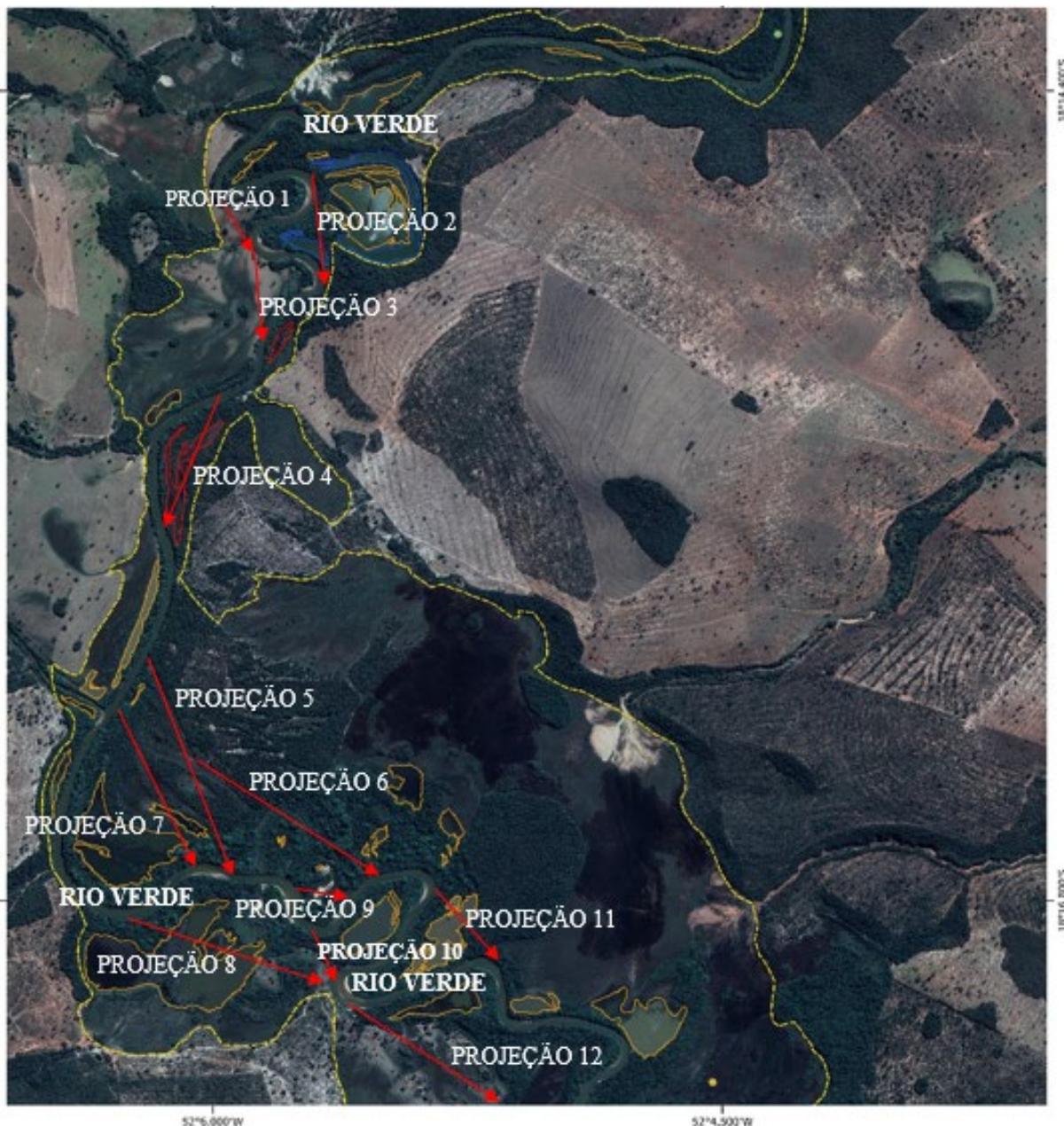
fitofisionomia local, como por exemplo a Mata de galeria que pode ser inundável ou não. As matas de galeria inundáveis são florestas sempre verdes da região central do Brasil, que seguem os cursos dos rios em regiões onde o lençol freático se encontra próximo da superfície do solo (WALTER E RIBEIRO, 1997). Esse tipo de vegetação apresenta peculiaridades florísticas únicas e endemismo de espécies que são sensíveis a mudanças no sistema fluvial (SAMPAIO *et al.* 2000).

Outra consequência dessas alterações, levando em conta a ecologia populacional ou populacional, é o isolamento reprodutivo entre animais da mesma espécie ocasionando processos de especiação alopática. A formação de uma barreira que impede o cruzamento entre os grupos, assim o novo grupo se adapta as novas condições, originando uma nova espécie (MEDEIROS, 2016; LOMOLINO *et al.*, 2010).

Por se tratar de um sistema intimamente interligado, alterações em qualquer componente de uma bacia hidrográfica acaba afetando todos os elementos, portanto, alterações no traçado do canal de um sistema fluvial impacta diretamente a biodiversidade local.

Quanto ao planejamento: a análise e a interpretação das imagens de satélite da área de pesquisa revelam um segmento do rio Verde impactado pela ação antrópica. A região da bacia tem indícios de atividade relacionada a agricultura e a pecuária, o que por si, resulta no desenvolvimento de processos erosivos e desmatamento, além de perdas de solos, fatores estes que influenciam no aumento da carga de sedimentos transportado pelo canal.

O uso do solo pela agropecuária também incide na planície de inundação e a alteração no curso do canal pode proporcionar dificuldades para os proprietários. Suponhamos que uma propriedade rural faça uso da planície de inundação como área de plantio em determinadas épocas do ano, a instalação de um canal ou mesmo de lagos nessa área podem impedir a atividade, provocando a necessidade de ajustes como a busca por novas áreas, podendo levar a novos desmatamentos. Em alguns casos, estruturas físicas de propriedades rurais que estão localizadas próximos aos rios, como depósitos e currais, também podem ser atingidos.



Legenda: ■ Lagoes; ■ Meandro Abandonado; ■ Páleo canal;
 Planície de Inundação; ➔ Projeções

Figura 7- Projeções de desvio de curso no trecho do rio Verde estudado. Elaboração: Fábio de Souza Santos.

Por outro lado, pelas características dos sistemas fluviais, planícies de inundação devem ser preservadas para transbordamentos e recargas dos rios. Eis uma questão aberta para discussões.

A alteração no traçado do canal traz uma nova realidade em relação a dissipação de energia, ou seja, novos pontos de erosão e deposição de sedimentos. Em regiões urbanas isso pode impactar obras públicas, como pontes e estradas, ou até mesmo instituições privadas com residências e empresas. Caso um canal meandrante em área urbana venha a se tornar retilíneo, por exemplo, os novos pontos de erosão e deposição pode afetas essas estruturas, causando prejuízos e exigindo soluções por parte do poder público. Para Fernandez (1990), a erosão pode causar grandes danos, podendo interferir tanto na área urbana como rural, sendo influenciados por vários fatores pedológicas, hidrológicos e climáticos da área.

Em áreas urbanas é comum a canalização dos rios promovendo uma retilinização dos canais, interferindo nos sistemas fluviais de modo a alterar a largura e a profundidade do canal, perda de sinuosidade e mudança na velocidade de transporte de sedimentos, variáveis mencionadas anteriormente. Devido aos impactos ambientais resultantes da canalização, esse procedimento virou alvo de críticas em 1950 após um período de proliferação dos projetos de canalização que ocorreu a partir da segunda metade do século XIX, nas grandes potências mundiais (BROOKES, 1988). Atualmente, em diversos países já se buscam o estudo ambiental interdisciplinar, incorporando as ciências da biologia, engenharia e ecologia, além do paisagismo para a recuperação de bacias hidrográficas degradadas a partir da renaturalização dos rios (BINDER, 1998).

Como proposto nos objetivos, os resultados e discussões aqui apresentadas são um diagnóstico e prognóstico preliminar, e exibem a relação entre as ações antrópicas e os sistemas fluviais. Os cursos dos rios podem mudar por processos naturais, no entanto as ações humanas podem acelerar ou alterar esse processo de modo a impactar regiões urbanizada e ambientes naturais. Para Assumpção e Marçal, 2012 este é um ambiente dinâmico que insere importante biodiversidade no bioma Cerrado. Os resultados também se agregam aos dados e informações apresentados por Silva (2019) em relação a ocupação pré-colonial da área e as hipóteses sobre a relação entre os grupos mencionados e a dinâmica do rio Verde.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como mencionado anteriormente, os rios devem ser estudados como um sistema completo e em segmentos de acordo com o padrão, abordando tanto o canal em si, como as variáveis que podem influenciar direta ou indiretamente no sistema fluvial. O estudo do seguimento do rio Verde, objeto desta monografia, apresenta um canal do tipo meandrante condicionado as variáveis do próprio segmento e daquelas a montante, decorrência da dinâmica do sistema. É importante destacar a necessidade de mais estudos na área, de modo a agregar conhecimento sobre a região. É o caso de estudos como a monografia da discente Anna Kássya Rocha dos Santos e de estudos realizados em semestres anteriores, como Bezerra (2020) e Pires (2020).

Diante dos resultados, fica evidente a importância de se estudar o sistema fluvial abordando tópicos como biodiversidade e planejamento. Do ponto de vista da biodiversidade, apontando alterações na dinâmica que rege o sistema, deve-se manter sob observação constante os índices de vazão, hidrossedimentologia e lançamentos de efluentes, relacionando com possíveis perturbações no equilíbrio do ecossistema local.

Quanto ao planejamento, não deve restringir-se apenas a medidas corretivas da ação fluvial, mas sim monitorar os canais fluviais, por meio de diagnósticos e prognósticos. Os dados contidos nessa pesquisa visam contribuir de forma significativa com a sociedade, uma vez que as pessoas, tendo acesso ao conhecimento sobre as características naturais da área, começam a entender melhor o funcionamento da mesma e conseqüentemente buscam formas menos invasivas de uso. Sabe-se que o uso inadequado dos recursos naturais traz grandes prejuízos.

Embora seja uma pesquisa de caráter preliminar, a mesma levanta questões importantes quanto a dinâmica fluvial da região. Espera-se que essa monografia venha a contribuir significativamente com questões relacionadas a bacia hidrográfica do rio Verde e mesmo de outras bacias e com os estudos em andamento no sítio arqueológico GO-JA-02, que de acordo com Silva (2019) e Souza (2020) foi ocupado a aproximadamente 11.000 anos A.P. por grupos humanos caçadores-coletores e agricultores-ceramistas que usavam como fonte de abastecimento a bacia hidrográfica do rio verde e a biodiversidade local.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, J.R.L. **A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments.** *Sedimentology*, 5:89-191 p. 1965.
- ALLEM, A.C.; VALLS, F.M. **Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-Grossense.** Brasília-DF, EMBRAPA-CENARGEN, 339p. 1987. (EMBRAPA-CENARGEN. Documentos, 8).
- ASSUMPÇÃO, A. P.; MARÇAL, M. S. **Retificação dos Canais Fluviais e Mudanças Geomorfológicas na Planície do rio Macaé (RJ).** *Revista de Geografia (UFPE)*, Recife-PE, V. 29, No. 3. 2012.
- BEZERRA, M.L. **Sistemas Fluviais e Meio Ambiente :Segmento do Rio Verde Próximo ao Sítio Arqueológico GO-JA02, Serranópolis, Goiás.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas), Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2020.
- BINDER, W. Rios e córregos: preservar, conservar e renaturalizar. SEMADS, Rio de Janeiro,1998. 39p. In: BORLAUG, N. E. **Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In Vitro Cellular & Developmental Biology- Plant**, v. 38, n. 2, p. 221-228. 2002.
- BROOKES, A. **Channelized Rivers: Perspectives for environmental management.** Wiley – Interscience, 326p. 1988.
- CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática.** 2º ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 2008.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil**, p93-148. 1998.
- CHARLTON, Ro, **Fundamentals of Fluvial Geomorphology**, USA, CANADA, Routledge, 2008.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia** – São Paulo: Edgard Blucher: EDUSP, 149 p. 1974.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial.** São Paulo: Edgard Blucher, 1981.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Modelagem de Sistemas Ambientais.** São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos.** 8 ed.- Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.211-252. 2008.
- CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.
- De Luca, A. C. *et al.* **Áreas Importantes para a Conservação das Aves no Brasil.** Parte II - Amazônia, Cerrado e Pantanal. SAVE Brasil, São Paulo, Brasil. 2009.
- DIAS, B. F. S. **Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis.** IBAMA, FUNATURA: Brasília. 1992.
- DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente.** 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- FERNANDEZ, O.V.Q. **Mudanças no canal fluvial do rio Paraná e processos de erosão nas margens: região de Porto Rico,** 1990. Tese (Dissertação de Mestrado) PR. Rio Claro, Universidade Estadual de São Paulo, 86p. 1990.
- FLORENZANO, T.G (org). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 318 p, 2008.
- FORBES, F. J. & HODGES, R. C. **New Approaches to Comprehensive Planning in Canada.** *Water Resources Bulletin*, 7:(5) ,1971.

- FORZZA R.C, *et al.* **Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil** (Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro), v. 1. 2010.
- FREITAS, C.E.C, *et al.* Indicadores Biológicos da Ictiofauna, p.77-85. *In:* CAVALCANTE, K.V.; RIVAS, A.A.F.; FREITAS, C.E.C. [Org.] **Indicadores Socioambientais e atributos de referência para o trecho Urucu-Coari-Manaus, rio Solimões, Amazônia Ocidental**. Manaus, EDUA, 2007.
- GRAF, W. L. *Fluvial Process in Dryland Rivers*. Caldwell: The Blackburn Press, 1988.
- GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. **Erosão dos solos e a questão ambiental**. *In:* VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 225-256. 2007.
- HILLS, E.S. **The Physiography of Victoria**. Melbourne, Whitcombe & Tomba, 292p. 1960.
- KLINK, C.A., & MACHADO, R. B. **“A conservação do Cerrado brasileiro”**. Megadiversidade. Belo Horizonte, 2005 1(1). Disponível em: <http://twixar.me/TCR1>. Acesso em: 16 de outubro de 2020.
- KNIGHTON, A.D. **Fluvial Forms and Processes: A New Perspective**. Nova York, John Wiley & Sons. 1998.
- LOMOLINO, Mark V.; BROWN, James H.; SAX, **Teoria da biogeografia de Dov F. Island. A teoria da biogeografia de ilhas revisitada**, v. 13, 2010.
- LEOPOLD, L.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. **Fluvial process in Geomorphology**. San Francisco: Editora H.W. Freeman, 201p. 1964.
- LEOPOLD, L.B. & WOLMAN, M.G. **River patterns, braided, meandering and straight**. U.S. Geological Survey Professional Paper, 282-B:1-85.1957.
- LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 242p. 1986.
- LIMA, M. I. C. **Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico**, Belém, Pará, UFPA, 222p. 2006.
- MAIA, P. H. P.; CRUZ, M. J. M., & SAMPAIO, M. C. **Zoning of Aquifers the State of Bahia**. Braz. J. Aquat. Sci. Technol. 13(1): 45-52. ISSN 1808-7035, 2009.
- MARTINELLI, Gustavo; MORAES, Miguel Avila. **Livro vermelho da flora do Brasil**; tradução Flávia Anderson, Chris Hieatt. – 1. ed. – Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1100p. 2013.
- MATTOS, S. H. V. L.; PEREZ FILHO, A. **Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 5 n.1, p. 11-18. 2004.
- MEDEIROS, G. M. **Padrões de especiação em espécies do gênero Vitalius (Araneae, Theraphosidae) da região sul do Brasil**. 2016. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas), Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, 2016.
- MENDONÇA, R., J. FELFILI, B. WALTER, J.C. SILVA JR., A. REZENDE, T. Filgueiras & P. Nogueira. Flora vascular do Cerrado. *In:* S. Sano & S. Almeida (eds.). **Cerrado: Ambiente e flora**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa - Cerrados, Planaltina, Brasil, p. 288-556.1998.
- MIALL, A.D. **A review of the braided-rivers depositional environment**. *Earth Science Review*,13(1):1-62.1977.

- MIALL, A.D. **Analysis of fluvial depositional systems**. Education Course Note Series. American Association of Petroleum Geologists, 20:1-75. 1981.
- MMA. **Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira**: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. Página 13 Série Biodiversidade e Florestas. 2nd edition, 2008.
- MYERS, N. R.A. *et al.* **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature 403: p.853-859, 2000.
- PALLA, V.L. **Estudo morfométrico por fotointerpretação sobre a similaridade das microbacias hidrográficas de 2º ordem de magnitude da região de Jales - SP**. Tese (Dissertação de Mestrado) - Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 113p. 1994.
- PHILLIPS, J. D. **Sychonization and scale in geomorphic systems**. Geomorphology, n. 137, p. 150-158. 2012.
- PIRES, J. S. R. **Análise Ambiental voltada ao Planejamento e Gerenciamento do Ambiente rural: Abordagem Metodológica Aplicada ao município de Luiz Antônio, SP**. 203 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, UFSCar, São Carlos-SP, 1995.
- PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de Bacia Hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, p. 17-35. 2008.
- PIRES, M. G. **Segmento do rio Verde, Serranópolis, Goiás: Biodiversidade e Planejamento**, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas), Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2020.
- PISSARRA, T.C.T. **Avaliação quantitativa das características geomorfológicas de microbacias hidrográficas 1ª ordem de magnitude em quatro posições do sistema natural de drenagem**, 1998. Tese (Dissertação de Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP 124p. 1998.
- RATTER, J., S. BRIDGEWATER & J.F. RIBEIRO. 2003. **Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation. III: comparison of the woody vegetation of 376 areas**. Edinburgh Journal of Botany, 60: 57-109. 2003.
- RICCOMINI, C., GIANNINI, P. F., MANCINI, F. **Rios e processos aluviais**. In: **Decifrando a terra** [S.l: s.n.], p. 191-214, 2000.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (ed.) **Cerrado: Ecologia e Flora, Embrapa Cerrados, Brasília**, p. 151-212, 2008.
- SAMPAIO, A.B., WALTER, B.M.T. & FELFILI, J.M. 2000. **Diversidade e distribuição de espécies arbóreas em duas matas de galeria na micro-bacia do Riacho Fundo, Distrito Federal**. Acta Botanica Brasilica 14:197-214.2000.
- SANTOS, A. R. dos. **Análise Preliminar do Segmento 2A do Rio Verde, Serranópolis, Goiás: Biodiversidade e Planejamento**, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas), Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2020.
- SANTOS, J. M. Na esteira da abordagem sistêmica. In: SANTOS, J. M.; FARIA, M. **Reflexões e construções geográficas contemporâneas**. Salvador: Grasb, p. 35-57. 2004.
- SCARIOT, A.; SILVA, J.C.S.; FELFILI, J.M. **Ecologia E Conservação Do Cerrado**. MMA, Brasília, 2005.

- SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 293p. 2002.
- SCHUMM, S.A. **Speculations concerning paleohydrologic controls of terrestrial sedimentation**. Bulletin of the Geological Society of America, 79(11): 1573-1588. 1968.
- SHIKI, S. **O Futuro do Cerrado: degradação versus sustentabilidade e controle social** - Rio de Janeiro: Projeto Brasil Sustentável e Democrático: Fase, 64p. 2000. (Séries Cadernos Temáticos, n.2)
- SILVA, H.R. **Influência da posição da microbacia hidrográfica de 2ª ordem de magnitude no sistema natural de drenagem sobre a variabilidade das suas características morfométricas**. 1999. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 186p. 1999.
- SILVA, E. B. **Planície aluvial do médio do rio Verde: hipóteses e reflexões**. 2019.
- SMITH, D.G. **Effect of vegetation on lateral migration of anastomosed channels of a glacial meltwater river**. *Bulletin of Geological Society of America*, 87(6):857-860. 1976.
- SMITH, D.G. **Anastomosing river deposits, sedimentation rates and basin subsidence, Magdalena River, Northwestern Colombia, South America**. *Sedimentary Geology*, 46(3): 177-196. 1986.
- SMITH, D.G. & PUTNAM, P.E. **Anastomosed river deposits: modern and ancient examples in Alberta, Canadá**. *Canadian Journal Earth Sciences*, 17(2):1396-1406. 1980.
- SMITH, D.G. & SMITH, N.D. **Sedimentation in anastomosed river systems: examples from alluvial valleys near Banff, Alberta**. *Journal of Sedimentary Petrology*, 50(1):157-164. 1980.
- SOUTO, M.V.S. **Análise da evolução costeira do litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte, região sob influência da indústria petrolífera**. 2009. Tese (Doutorado em Geodinâmica) – Programa de Pós-Graduação em Geofísica e Geodinâmica, UFRN, Natal, 2009.
- SOUZA, C. A.; CUNHA, S. B. Evolução das margens do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a estação ecológica da Ilha de Taiamã - MT *In*: SOUZA, C. A. (org) **Bacia hidrográfica do rio Paraguai - MT: dinâmica das águas, uso e ocupação e degradação ambiental**. São Carlos: Editora Cubo, p. 51-64. 2012.
- SOUZA, M. G. **Análise macrorregional do Complexo de Sítios Arqueológicos de Serranópolis: relação e interação entre paisagens e caçadores-coletores**. 2020. Trabalho de Conclusão de curso (Bacharel em Ciências Biológicas. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia-GO. 2020.
- SUGUIO, K; MARTIN, L; FLEXOR, J.M. **Quaternary sea-levels of the brazilian coast: recent progress**. *Episodes*, 11: 203-208. 1988.
- THORP, J.H; THOMS, M.C.; DELONG, M.D. **The riverine ecosystem synthesis: biocomplexity in river networks across space and time**. *River Research & Applications*, 22: 123-147. 2006.
- TONELLO, K. C. *et al.* **Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães- MG**. *Revista Árvore*, Viçosa, v.30, n.5, p.849-857. 2006.
- TRINDADE, S. P.; RODRIGUES, R. A. **Uso do solo na microbacia do ribeirão samambaia e sua relação com a suscetibilidade a erosão laminar**. *Revista Geografia Acadêmica*, Curitiba, v.10, n.1, p. 163-181. 2016.
- TUNDISI, J. G., TUNDISI, T. M. **Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos**. *Biota Neotrop*. Oct/Dec. vol. 10, no. 4. 2010.
- WALTER, B.M.T. & RIBEIRO, J.F. **Spatial floristic patterns in gallery forests in the Cerrado Region, Brazil**. **In International Symposium on Assessment and Monitoring of Forests in Tropical Dry Regions with**

Special Reference to Gallery Forests (J. Imaña-Encinas & C. Kleinn, org.). University of Brasília, Brasília, p.339-349.1 997.

ZANCOPE, M. H.C. **Análise morfodinâmica do Rio Mogi Guaçu**. 2008. 11p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/287362>>. Acesso em: 10 outubro. 2020.

RESOLUÇÃO n° 038/2020 – CEPE

**ANEXO I
APÊNDICE ao TCC**

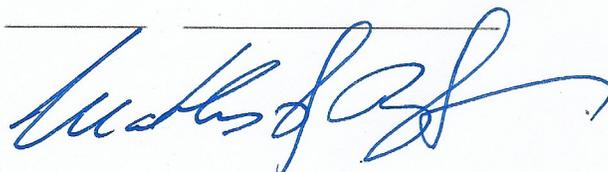
Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Raimundo da Silva Leite do
Curso de Ciências Biológicas, matrícula 2016200500094-2,
telefone: (62) 99459-1978 e-mail raimundo.silva.272@gmail.com na qualidade de titular dos
direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza
a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de
Conclusão de Curso intitulado
SEGMENTO 1A DO RIO VERDE, SERRANÓPOLIS, GOIÁS: BIODIVERSIDADE E
PLANEJAMENTO, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos,
conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores,
no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF,
SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou
impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de
graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 10 de DEZEMBRO de 2020.

Assinatura do(s) autor(es): Raimundo S. Leite

Nome completo do autor: Raimundo da Silva Leite



Assinatura do professor-orientador:

Nome completo do professor-orientador: **Matheus Godoy Pires**