

SEGMENTO 3 DO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE SERRANÓPOLIS, GOIÁS: PLANÍCIE ALUVIAL BIODIVERSIDADE E PLANEJAMENTO

Kethelyn Nunes de Moraes (*), Julio Cezar Rubin de Rubin, Agostinho Carneiro Campos, Maira Barberi.

* Graduado em Biologia pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Kethelynmoraes1@gmail.com

RESUMO

O rio Verde está localizado no sudoeste do Estado de Goiás, no município de Serranópolis, o qual apresenta um importante patrimônio cultural arqueológico e destacada atividade agropecuária. A ocupação do solo na área tem gerado alguns impactos ambientais especialmente em relação ao rio Verde. O objetivo deste trabalho é analisar e interpretar um segmento do rio Verde sob a perspectiva dos impactos a biodiversidade e ao planejamento territorial e ambiental. Os materiais e métodos básicos utilizados foram: pesquisa bibliográfica sobre sistemas fluviais, planejamento territorial e ambiental e biodiversidade; escolha da área de pesquisa e das variáveis a serem utilizadas; descrição, análise e interpretação das imagens de satélite da área de pesquisa utilizando o programa ArcGis; projeções de possíveis alterações na morfologia do canal e impactos quanto ao planejamento e biodiversidade. Os resultados obtidos apontam para um canal em busca de equilíbrio com destacados pontos de erosão e deposição de sedimentos junto as margens. Foram identificados alguns locais com possíveis alterações no curso do rio, o que vai exigir do poder público e dos proprietários monitoramento, diagnóstico e prognóstico que subsidiem um plano de manejo ou de gestão do segmento e que possa ser utilizado para toda a bacia do rio Verde.

PALAVRAS-CHAVE: Meio Ambiente, Sistema Fluvial, Impactos Ambientais; Serranópolis.

INTRODUÇÃO

Por muitos anos os recursos naturais eram vistos somente como matéria-prima, para atender as necessidades humanas, não havia consciência de que eles eram esgotáveis, com isso a exploração começa a ser intensa trazendo grandes consequências. Mas para que esse pensamento seja mudado, as pesquisas vêm abordando questões sobre a sustentabilidade, fazendo com que haja um diálogo entre a economia e o meio ambiente (OLIVEIRA, 2004).

Com isso os sistemas fluviais passaram a ser um importantíssimo alvo para os estudos, pois possuem um papel significativo para a sobrevivência dos seres vivos. Porém, diferentes atividades vêm trazendo impactos para este meio (BACCI; PATACA, 2008). Pensando nisso, é fundamental manter as pesquisas deste vital recurso, para que sejam preservados e tratados da melhor qualidade.

A bacia hidrográfica possui uma delimitação fundamental para a abordagem de sistemas fluviais, definida de forma natural, fazendo a captação da água da chuva, que é levada para os afluentes e para um rio principal. Ela abrange o meio social, econômico e ambiental, portanto, um planejamento é essencial (ANA, 2011).

Segundo Moroz (2010) a geomorfologia dos recursos hídricos, quanto ao ponto de vista da biodiversidade, ações antrópicas e planejamento, era pouco abordada até algumas décadas passadas. Porém, essa realidade vem sendo alterada. Stevaux; Latrubesse (2017) mencionam que existem diversos estudos voltados a geomorfologia fluvial, porém são mais focados em técnicas morfogenéticas. Mas sabendo que há uma extensa amplitude de rios, é possível levar em consideração que: o que se sabe sobre este sistema ainda é pouco.

É importante que as pesquisas relacionadas aos sistemas fluviais sejam voltadas para a conservação do meio ambiente. Diante disso, o presente trabalho tem como objeto de estudo um segmento do rio Verde no município de Serranópolis no Estado de Goiás, envolvendo bacia hidrográfica, sistemas fluviais, planejamento e biodiversidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de pesquisa está inserida na abordagem do contexto geoarqueológico do projeto de pesquisa Escavação do Sítio Arqueológico GO-JA-02, Serranópolis, Goiás (Rubin, 2017). O rio Verde, principal recurso hídrico do município, também foi para os grupos pré-coloniais que ocuparam região desde aproximadamente 11.000 anos Antes do Presente, bem como para os demais grupos humanos que ocuparam a área. O rio está sendo estudado nos últimos dois anos por alguns trabalhos do curso de Biologia da PUC Goiás: Bezerra (2020), Pires (2020), Leite (2020), Santos (2020) e Moraes (2021) (figura 01).

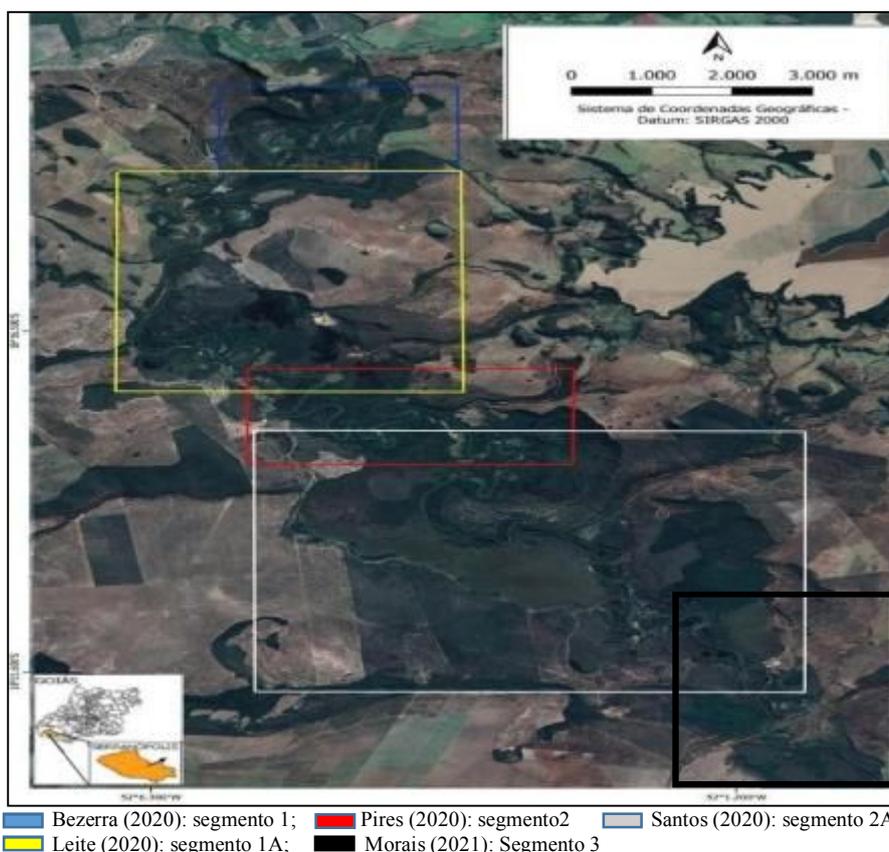


Figura 01 – Áreas de pesquisas 1, 1A, 2, 2A e 3, em segmentos do rio Verde na região de Serranópolis-GO.
 Fonte: Google Earth Pro. Adaptado por: Fábio de Souza Santos (2020)

A pesquisa foi desenvolvida a partir das seguintes etapas: - Escolha da área de pesquisa; - Pesquisa bibliográfica sobre sistemas fluviais, planejamento territorial e ambiental e biodiversidade; - Delimitação da área de pesquisa utilizando imagens de satélite; - Utilização do programa ArcGis para trabalhar com as imagens de satélite; - Subdivisão da área de pesquisa em quatro compartimentos; - Obtenção dos Índices de Sinuosidades (IS) da área de pesquisa total e dos quatro compartimentos; - Descrição, análise e interpretação das imagens de satélite; - Delimitação do canal atual, dos meandros abandonados e lagos; - Identificação e caracterização das áreas com indícios de processos de deposição e erosão nas margens do canal; - Identificação e análise dos locais com probabilidade de que ocorra atalhos em corredeira e em colo, responsáveis pela alteração do curso do canal; - Correlação entre os resultados obtidos envolvendo a caracterização do canal, biodiversidade e planejamento; - Interpretação dos resultados das análises das imagens de satélite; - Elaboração do trabalho.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

São abordados os três principais temas que envolvem o trabalho: sistemas fluviais, planejamento territorial e ambiental e biodiversidade, os quais são discutidos, e apresentados de forma a se integrarem nas análises e interpretações realizadas na área de pesquisa.

Bacias Hidrográficas e Sistemas Fluviais

Economistas clássicos do século XVIII como Adam Smith (1723-1790), defendiam a ideia que os recursos naturais serviam apenas para proporcionar matéria-prima para o trabalho. Conforme já mencionado, os recursos naturais eram vistos apenas como insumos para as práticas humanas (OLIVEIRA, 2004).

As ações antrópicas proporcionaram diversas alterações no meio ambiente, principalmente nos meios urbanos com um crescimento acelerado para as regiões de conservação ambiental (VILAÇA *et al.*, 2009). O aumento populacional provocou efeitos danosos ao ambiente natural por conta da intensa exploração. Efeitos esses que podem provocar modificações preocupantes, trazendo riscos à sobrevivência dos seres vivos (CARVALHO; ADOLFO, 2012).

Estas modificações vêm comprometendo os recursos hídricos, gerando efeitos negativos. Diversas ações afetam esse recurso seja de forma quantitativa e/ou qualitativa. Entre elas estão às alterações no traçado do canal e a redução dos

recursos hídricos. As consequências deveria alertar a todos, pois ele faz parte da manutenção da vida da espécie humana e da biodiversidade (SILVA 2003 *apud* VILAÇA, 2009).

Nesse contexto, há estudos voltados para a avaliação, reconhecimento, caracterização, manejo e gestão das bacias hidrográficas, reconhecida como uma unidade biofísica, que ocorre de forma natural, na qual existe interferência da ação humana, seja de forma indireta ou direta (VILAÇA, 2009). Com isso é importante realizar uma plena abordagem do tema da monografia, estabelecendo algumas considerações em relação ao conceito de bacias hidrográficas.

Para Barrela (2001) bacias hidrográficas são demarcadas por divisores topográficos conhecidos também por divisores de água. As bacias correspondem ao recolhimento da água da chuva de forma superficial que dará forma os rios. As nascentes correspondem aos riachos que vão se unindo a pequenos rios até expandir de tamanho e se tornar um rio maior, o qual será alcançado por diversos afluentes constituindo então rios maiores.

De acordo com a Agência Nacional de Água (ANA, 2011), bacia hidrográfica refere-se ao local que comporta diversos cursos de água. A precipitação pluvial que chega na área da bacia será direcionada até o rio principal ou para os afluentes. Já a água da chuva que é infiltrada no solo, uma quantidade vai para os leitos dos rios, outra é evaporada, e a quantidade restante é depositada no subsolo, alimentando o lençol freático.

Segundo Tucci (1997) bacia hidrográfica é definida como um meio natural que faz a captação da água dirigindo o escoamento para um ponto comum de saída, denominado exutório. O autor ainda ressalta que a bacia é constituída por uma rede de drenagens que se ligam até formar um único leito. A bacia possui limite superior e inferior, sendo o limite superior o divisor topográfico ou divisor de águas, e a demarcação inferior é definida como o ponto de saída da água, o exutório (LIMA, 2008).

Fernandes; Souza (2013) destaca que os divisores topográficos são linhas formadas por pontos altos, no qual as águas são drenadas e se dirigem para vales adjacentes. A demarcação da bacia envolve o ponto onde nasce o curso d'água e os seus afluentes, (figura 02).

O canal fluvial obtém diferentes identificações até ser conhecido como um rio, os quais podem variar nas diferentes regiões do país. De início ele pode ser formado pela precipitação da chuva ou por uma nascente, que capta a chuva que cai sobre ele e com o tempo aumentará de tamanho e vazão e passará a ser chamado de riacho ou de córrego e depois rio, que vai receber pequenos cursos d'água, os afluentes. Os rios são importantes elementos das bacias hidrográficas que comportam drenagens com diversas formas (BOSETTI, 2010).

Os rios e as bacias podem ser identificados conforme o seu padrão de drenagem e morfologia, usando-se principalmente mapas e imagens de satélite em escala apropriada. Esses estudos são importantes para pesquisas relacionada ao relevo de uma região, por exemplo (MAIA, 2009).

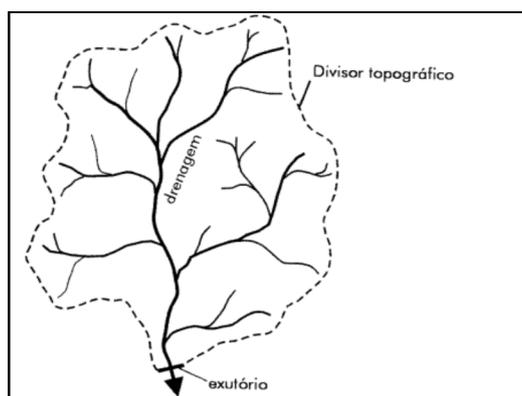


Figura 02- Demarcação da bacia (divisor topográfico) e o ponto de saída da água (exutório).
Fonte: Cordani (2000).

Christofolletti (1999) menciona que o uso das cartografias e a detecção remota são importantes para realização de uma análise dos sistemas fluviais, como a sua forma e o arranjo espacial. A análise dos canais fluviais é usada para melhor compreensão da atividade das bacias hidrográficas (FLORES *et al.*, 2018). Os padrões de drenagens podem ser identificados como: retangular, paralelo, treliça, radial, anelar e dendrítico como mostra a figura 03 (MAIA, 2009).

O padrão dendrítico possui talvegue parecido com o aspecto de uma árvore, os seus afluentes têm a aparência de galhos e são frequentes em rochas sedimentares e metamórficas de baixo grau (MAIA, 2009).

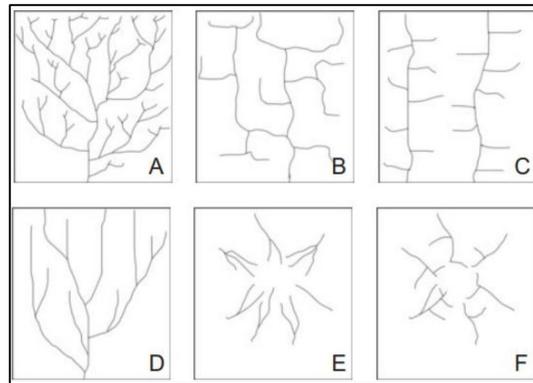


Figura 03- Principais padrões de drenagem: (A) Dendrítico; (B) Retangular; (C) Paralelo; (D) Treliça; (E) Radial; (F) Anelar. Fonte: Maia (2009)

O padrão retangular está relacionado a canais com ângulos retos, associados principalmente com falhamentos ou diaclases e são frequentes em rochas metamórficas, ígneas e sedimentares como os arenitos. O padrão paralelo é encontrado em locais que possuem suave inclinações do terreno e se caracteriza pelo paralelismo dos canais (MAIA, 2009).

Treliça é a forma que possui ramificações ao longo do curso d'água, ocorre principalmente em rochas sedimentares. O tipo radial tem o aspecto de raios divergentes a partir de um centro. Pode ser encontrado em qualquer tipo de rocha (Christofoletti, 1980). Anelar se caracteriza pelo formato radial de alguns fluxos e se assemelham a arco em decorrência da associação entre os canais principais e secundários (MAIA, 2009).

O sistema fluvial é compreendido como um local de depósito e transporte de sedimentos. A associação entre a porção de sedimentos transportados, comprimento, profundidade, declividade do canal, além de outros fatores influenciam na morfologia de um canal (MIALL, 1981; SOUZA; CORRÊA, 2012).

As transformações na morfologia dos canais podem ser naturais devido a variáveis climáticas e geológicas por exemplo, como também através da ação humana, na interferência do curso da bacia, trazendo grandes impactos ao ambiente (PEREIRA, 2014). Com isso, é preciso ter entendimento sobre o comportamento hidrológico, e investigar quais são as causas que levam a modificação do canal, e conseqüentemente de possíveis das alterações na dinâmica das bacias (SOUZA; CORRÊA, 2012).

Para compreender a morfologia de um canal pode-se analisar o índice de sinuosidade (IS) e o grau de entrelaçamento dele. O IS é uma medida que leva em consideração o comprimento do talvegue e o comprimento do vale. Quando o resultado for menor que 1,5 quer dizer que a sinuosidade do rio é baixa, e se o valor for maior que 1,5 significa que a sinuosidade é alta. O grau de entrelaçamento avalia o total de barras ou ilhas no canal por segmento, definindo também a multiplicidade do sistema fluvial. É possível classificar os padrões dos rios em meandrante, retilíneo, anastomosado e entrelaçado (figura 04) (MIALL, 1981; RICCOMINI *et al.*, 2000).

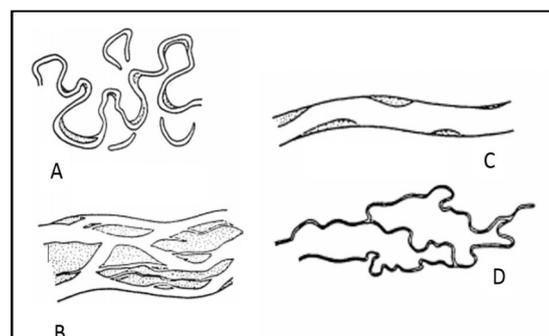


Figura 04-Tipos de sistemas de canais. (A) Meandrante; (B) Entrelaçado; (C) Retilíneo e (D) Anastomosado. Fonte: Modificado de MAILL (1981).

Os rios entrelaçados são frequentes em regiões de climas desérticos e apresentam um substrato com declividade alta, com canais que se dividem em vários fluxos d'água e que possuem a relação largura e profundidade geralmente

superior a 40 e frequentemente ultrapassa 300. Estes rios são descritos pelo excesso de carga de fundo, e possuem uma possibilidade maior para ocorrências de erosões nas margens (MIALL, 1981; RICCOMINI *et al.*, 2000).

Rios anastomosados são comuns em ambientes úmidos e alagados, como pântanos, lagoas de inundação, e que possuem ilhas com cobertura vegetal (SMITH; PUTNAM, 1980), eles possuem ramificações formando mais de um canal, apresentam a relação entre largura e profundidade menor que 10, baixa declividade e IS maior que 1,5. Os canais retilíneos exibem um segmento reto, e apresentam sinuosidade baixa (MIALL, 1981; CHRISTOFOLETTI, 1981).

Rios meandantes são comuns em regiões úmidas com mata ciliar, caracterizados por apresentar canal único com curvas sinuosas durante o percurso, margens côncavas e convexas, com largura que exibe baixa amplitude. Sua sinuosidade é igual ou maior que 1,5, sendo muito comum quando comparado aos demais tipos (BLOOM, 1996). As margens côncavas, resultante da erosão, e convexa, resultante de deposição de sedimentos, podem ser modificadas em consequência de fatores como a vazão do canal e transbordamentos (BINDANDI *et al.*, 2016).

Com as considerações estabelecidas fica mais fácil abordar o comportamento do segmento do rio Verde na área de pesquisa, incluindo os aspectos dos canais atuais e pretéritos, bem como possíveis alterações.

Planejamento Territorial e Ambiental

Segundo Ferrari (2004), em termos gerais planejamento pode ser compreendido como uma técnica que tem o intuito de colocar ordem em um projeto, por meio de decisões, e com objetivos a serem alcançados. O planejamento deve ser o suporte que orienta para que as discussões em nível de gestão venham executar ações que serão realizadas futuramente (LEMOS *et al.*, 2019).

Para Silva (2003) planejamento territorial necessita de interações entre Estado e sociedade, baseado em um diálogo conduzido por ações políticas por meio de propósitos, para então partir para a execução do que foi determinado.

De acordo com Mauro (2017) o planejamento territorial é constituído por intervenções políticas que determinam como serão divididas as áreas para suprir a demanda da sociedade, seja para ações econômicas, para a conservação ambiental ou espaços para o âmbito social.

A partir do momento em que a região urbana começou a expandir, a paisagem física começou a ser modificada podendo causar efeitos negativos ao equilíbrio do meio ambiente. A falta de um planejamento com métodos adequados pode causar diversos transtornos. Tendo em vista isso, existe uma preocupação voltada para um planejamento ambiental na intenção de amenizar a ação negativa na paisagem (SILVA *et al.*, 2017).

Além de um planejamento territorial também é necessário um planejamento ambiental, pois ele deve ser visto como algo muito significativo e não deve ser ignorado. Planejar o ambiente é fundamental, pois se não ocorrer, o ambiente e a população ficarão à mercê das eventualidades (CASTRO; LEMOS, 2016).

Uma das grandes dificuldades enfrentadas pelos planejadores e ambientalistas é abordar e enfrentar as explorações dos meios naturais e as consequências que isso acarreta. Com isso será necessário um planejamento que organize os diferentes tipos de utilização dos recursos, visando para conter os diferentes impactos ao meio ambiente. Nesse sentido, o planejamento ambiental visa a preservação do meio natural, através de intervenções e projetos, e com isso, solucionar prováveis falhas futuras (CASTRO; LEMOS, 2016).

Quando uma área já está em processo de erosão, por exemplo, e ocorre um desflorestamento no local, isso acabará contribuindo para o impacto ou degradação do ambiente. Isso reforça a importância de se fazer um planejamento prévio em relação a utilização de uma área, seja para construção de uma ponte, moradia, agricultura e pecuária, por exemplo. (BIGARELLA; MAZUCHOWSKI 1985; MENDES *et al.*, 2010).

O ideal é que problemas ambientais sejam previstos para que medidas mitigadoras sejam apresentadas e que acompanhem o projeto. Para isso é preciso conhecer a dinâmica fluvial, se a área é compatível com o projeto ou empreendimento, quais serão as consequências para o ambiente, e se isso acarretará problemas futuros para construção. Com isso o planejamento tem que considerar questão natural e questão socioeconômica, política e cultural. Desta forma é compreendido que o planejamento ambiental também deve estar ligado a tantos outros tipos de planejamento, como, territorial, econômico e urbano (CASTRO; LEMOS, 2016).

As bacias hidrográficas têm sido adotadas como uma importante área para o planejamento ambiental, pois ela está associada a um recorte territorial muito significativo para a elaboração de uma gestão, principalmente para tratar de questões relacionadas ao uso do solo, erosões e cobertura vegetal (SPÖRL, 2004; MACHADO; TORRES, 2012).

As bacias têm sofrido com os processos erosivos, e um dos motivos é o uso inadequado do solo, que traz consequências como assoreamento e aumento dos alagamentos, e quando essas regiões são ocupadas, infelizmente podem ser destruídas, trazendo perdas materiais ou até perdas de vidas (SILVA *et al.*, 2017). Por ser tratar de um recurso que abrange o ambiente social, cultural, econômico e biótico, requer projetos de gestão, visando um planejamento interdisciplinar (YASSUDA, 1993).

Trabalhos de monitoramento e gestão dos recursos hídricos são executados pela Agência Nacional de Águas (ANA) juntamente com outros órgãos públicos como: Secretaria Nacional de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU) do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Gestores estaduais e municipais de meio ambiente e recursos hídricos também participam de forma ativa no relatório de conjuntura dos recursos hídricos (ANA, 2013). O relatório de conjuntura utiliza dados estatísticos e de indicadores para acompanhar a quantidade, qualidade e a gestão do uso dos recursos hídricos. Essas análises são realizadas anualmente (ANA, 2013).

A Lei Nacional 9.433/1997 trouxe assuntos fundamentais que diz respeito a Política Nacional de Recursos Hídricos, que engloba questões relacionadas a gestão dos sistemas fluviais, como aponta no “art. 1º V - a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação de uma Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos” (BRASIL, 1997; TEODORO *et al.*, 2007). O planejamento associado a ambientes fluviais é um importante mecanismo de gestão a ser utilizado pelo poder público.

Biodiversidade

Segundo a Convenção Sobre a Diversidade Biológica (CDB) o termo biodiversidade é definido como uma extensa diversidade de espécies que se encontram em diferentes ambientes, seja, água doce, salgada ou terrestre, e a relações desses organismos com o meio em que vivem, além da variabilidade dentro das diferentes espécies e dos ecossistemas (MMA, 2000).

O Brasil abrange uma riquíssima diversidade de espécies de fauna e flora, sem contar que ele comporta a quinta parte da água presente em todo o mundo. A expressão da biodiversidade diz respeito a todo tipo de microrganismo, animais e plantas, relatando a quantidade de espécies viventes. Pesquisas como essas já eram discutidas por naturalistas, mas somente em 1980 é que foi instituído o termo biodiversidade (SMA, 2010).

Os estudos que envolvem a biodiversidade vêm analisando a relação entre as espécies e o meio em que habitam. A variabilidade genética colabora para a propagação de diferentes espécies, para a existência de variedades de organismos, sendo ela de grande importância para a diversidade biológica. Mas o processo de abundância de espécies no planeta não é de hoje, é resultado de um processo bastante lento (SMA, 2010).

A interação entre os indivíduos em um ambiente é a sustentação de um ecossistema, visto que gera ligações ecológicas, fluxo trófico, cadeia alimentar, recursos bioquímicos e entre outros, promovem um ambiente propício para o desenvolvimento dos seres vivos (MENDES *et al.*, 2010).

Os ambientes aquáticos de água doce apenas 2,7% da superfície terrestre, mas menos de 1% pode ser usada, pois as demais estão em geleiras ou são subterrâneas (WWF, 2006). Em relação às espécies que são conhecidas, 12% vivem na água doce, sem contar que esse recurso hídrico faz parte da sobrevivência de diversos seres vivos, tanto para seu desenvolvimento, quanto para hidratação (ANA, 2013).

Estudos ao longo dos anos vêm abordando o desenvolvimento dos organismos de água doce, pois a sua diversidade biológica tem sofrido diversas consequências, e uma delas é a má qualidade dos recursos hídricos, a inserção de espécies exóticas, que sustenta cerca de 54% das extinções dos peixes nativos, colaborando então para o desequilíbrio ecológico do ambiente aquático (REVENGA *et al.*, 2000).

A biodiversidade associada a sistemas fluviais pode ser abordada em relação às alterações nos padrões dos canais bem como sob a perspectiva do planejamento. As alterações no traçado do canal fluvial também estão associadas às mudanças no ambiente aquático que trazem consequências para as diversidades de peixes, por exemplo. Determinadas espécies estão mais suscetíveis a essas mudanças tanto física quanto química do ambiente fluvial, consequência da alteração do pH, do fluxo, e da temperatura, o que pode provocar desequilíbrio dos ecossistemas (FREITAS, *et al.*, 2007).

Cabe destacar que a construção de uma ponte, uma barragem ou o desvio do canal fluvial pode acarretar um impacto significativo ou a completa destruição do ambiente. No caso de uma ponte, são diversos os fatores negativos, como o lançamento de restos de materiais da construção, barulho durante a obra, e depois da construção, o fluxo de automóveis no local modifica o meio, além dos lançamentos de gases que poluem o ar. Providências devem ser tomadas em relação

aos cuidados com esses tipos de obras após a efetivação, como fazer uma manutenção eficaz envolvendo diagnósticos e prognósticos (MENDES *et al.*, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo se localiza no sudoeste do estado de Goiás, no município de Serranópolis que se encontra a 380 Km de Goiânia-GO. O clima na área é do tipo úmido, verões com intensidade maior de chuva e invernos secos, inserido no bioma Cerrado (SCOPEL *et al.*, 2005). Serranópolis também se destaca pelas atividades agropecuárias e pelos sítios arqueológicos cadastrados pelas pesquisas desenvolvidas na área (SCHMITZ *et al.*, 1989 e 2004), razão pela qual os mapas de geologia, geomorfologia trazem a localização dos núcleos de sítios.

A geologia na área da pesquisa (figura 05) encontra-se no contexto Bacia do Paraná, mais precisamente rochas das Formações Serra Geral, Botucatu, Cachoeirinha e Vale do rio do Peixe, além de depósitos aluvionares e de coberturas detrito lateríticas indiferenciadas.

A Formação Botucatu é constituída principalmente pelos arenitos depositados predominantemente em ambiente desértico. Apresenta cor rosada, avermelhados ou amarelo-claros, e na maioria das vezes possui camadas ou lentes de arenitos conglomerados, silicificados e quartzosos. Constitui um importante aquífero para o Brasil e América do Sul. A Formação Serra Geral caracteriza-se pelo basalto predominantemente de coloração cinza-escuro e um característico padrão de faturamento horizontal e vertical (SCOPEL *et al.*, 2005).

A Formação Cachoeirinha abrange arenitos e argilitos de coloração avermelhada e cinza. A cobertura Detrito-Laterítica apresenta fragmentos de rocha (grânulos e seixos) e grãos predominantemente de areia fina e média com cimento ferruginoso (SCOPEL *et al.*, 2005). Formação Vale do rio do Peixe é constituída por arenitos finos, com aparência maciça, coloração marrom, rosa ou laranja, além de siltitos e argilitos. (FERNANDES, 2004).

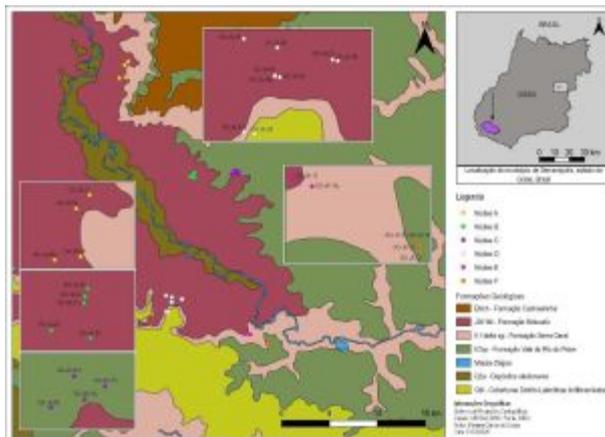


Figura 05 – mapa geológico com os núcleos de sítios arqueológico. Fonte: Souza (2020).

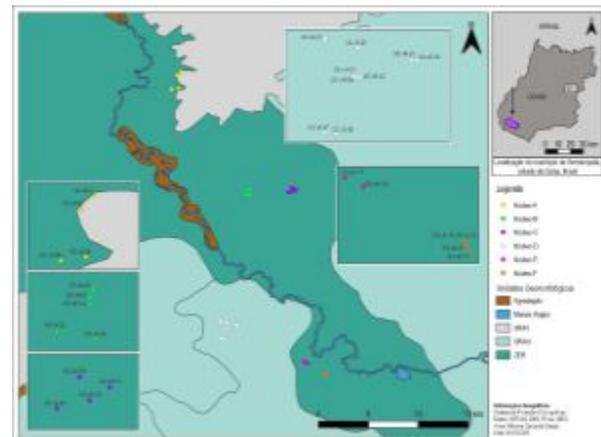


Figura 06 – mapa geomorfológico com indicação de sítios arqueológico. Fonte: Souza (2020).

A figura 06 apresenta as unidades geomorfológicas, como a Superfície Regional de Aplainamento II e II (SRA II e SRA III), que são caracterizadas por serem áreas sujeitas a efeitos erosivos. A SRAII predomina nas regiões sudoeste e sudeste do Estado de Goiás, caracterizada por chapadões com relevos tabuliformes. A SRA III ocorre de forma mais reduzida na região sudoeste do estado de Goiás (LATRUBESSE; CARVALHO, 2006). A Zona de Erosão Recuante (ZER) está relacionada às regiões erodidas da superfície de aplainamento. A zona de agradação corresponde aos sedimentos depositados na planície aluvial do Rio Verde (SOUZA, 2020).

Os tipos de solo que predominam na área são: Latossolos, relacionado a relevos aplanados e suavemente ondulados. São solos minerais contendo proporções significativas de minerais de argila, profundos, ótima permeabilidade e baixa erodibilidade. Na área, aparece Latossolos vermelhos e Latossolos vermelho amarelo. Destaca-se também a presença de Neossolos Quartzarênicos, formados predominantemente por quartzo, são profundos e com poucos minerais de argila, o que resulta em uma alta erodibilidade, principalmente quando a cobertura vegetal é retirada. Apresenta também uma sequência de horizonte A-C. O Neossolo Litólico apresenta características semelhantes ao quartzarênico, mas com fragmentos de rochas predominando no horizonte A. São solos relacionados aos afloramentos de arenito (SCOPEL *et al.* 2005; REATTO *et al.*, 2008; EMBRPA, 2018).

O canal do rio Verde (talvegue) na área de estudo apresenta um comprimento de aproximadamente 12554,75 m, enquanto o comprimento do vale é de 7769,32 m, o que corresponde a um índice de sinuosidade (IS) de 1,6, indicando um padrão meandrante, porém cada segmento possui um IS como mostra a tabela 1. O segmento 4 é o que apresenta o maior IS, compensando os demais que estão abaixo do limite estabelecido para canais meandrantos. Nesse caso, a média é que determinou a classificação de meandrante, o que permite considerar que o canal apresenta compartimentos diferenciados, facilmente constatados nas imagens de satélites e possível identificar pontos de deposição, erosão, planície de inundação, lagos e locais com possibilidade de alteração na morfologia do canal (figuras 7 a 10).

No compartimento 1 (figura 07) verifica-se a presença de pontos de erosão, deposição e lagos nas duas margens. Os dois primeiros são indicativos da dinâmica do canal em busca de um equilíbrio por meio da movimentação na planície aluvial. Os lagos são indicativos de transbordamentos ou de paleocanais. Por outro lado, na margem direita se destacam dois locais onde o canal poderá alterar o seu traçado, reocupando antigos canais. Esse processo poderá levar a diminuição do IS, alterando o comportamento do sistema.

Tabela 1- Compartimentos, comprimento do canal, comprimento do vale e índice de sinuosidade.

Rio	Comprimento do canal (m)	Comprimento do vale (m)	Sinuosidade
Comprimento 1	1930	1.556,33	1,24
Comprimento 2	2494	1,955,255	1,27
Comprimento 3	3448	2.460,43	1,4
Comprimento 4	4682	2.220,87	2,11
Área de estudo	12554,75	7.769,32	1,6

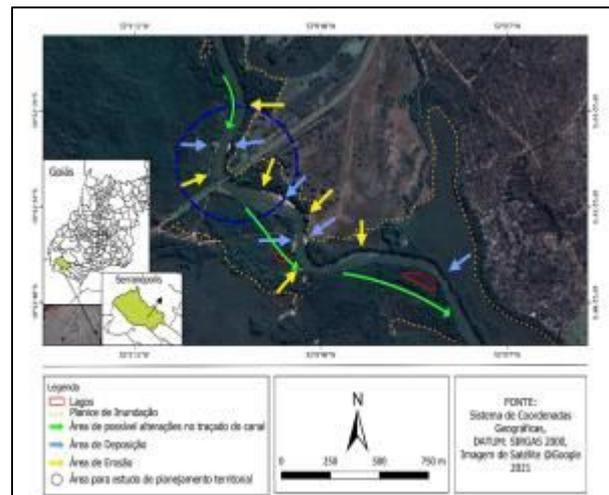
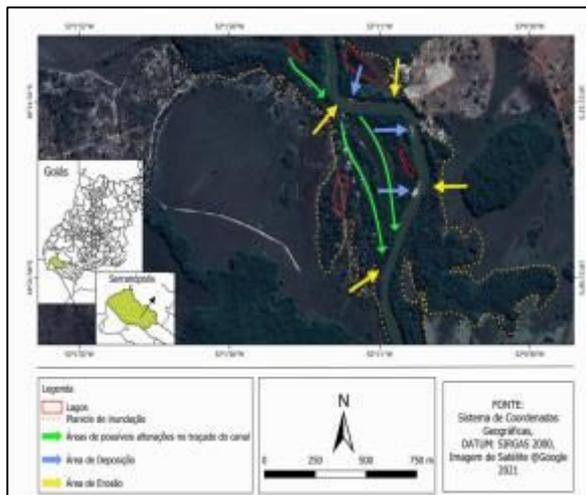


Figura 07- Compartimento 1 da área de estudo. (Moraes, 2021). Figura 08: Compartimento 2 da área de estudo. (Moraes, 2021).

O compartimento 2 (figura 08) apresenta as mesmas feições mencionadas para o compartimento 1 e novamente com destaque para possíveis alterações no traçado do canal na margem direita. Cabe ressaltar que a correlação entre erosão/deposição próximo a ponte da rodovia GO 060 poderá ocasionar sérios danos em relação à estabilidade tanto da ponte quanto da pista. O compartimento 3 (figura 9) com padrão semelhante aos anteriores, evidencia duas possíveis alterações do canal na margem esquerda e uma na margem direita. Nesse compartimento, ao contrário dos anteriores, a planície aluvial é mais ampla na margem esquerda, o que pode ser uma consequência dos compartimentos a montante. O compartimento 4 (figura 10), tipicamente meandrante como já mencionado, se destaca pela presença de todas as feições abordadas, pelas dimensões aproximadamente iguais da planície aluvial nas margens esquerda e direita e principalmente pela sequência de curvas na extremidade inferior da imagem de satélite, associada a uma possível alteração no traçado do canal por meio de um atalho em colo, *neck-cut-off* na literatura internacional, em que um segmento semelhante a um peçoço é erodido.

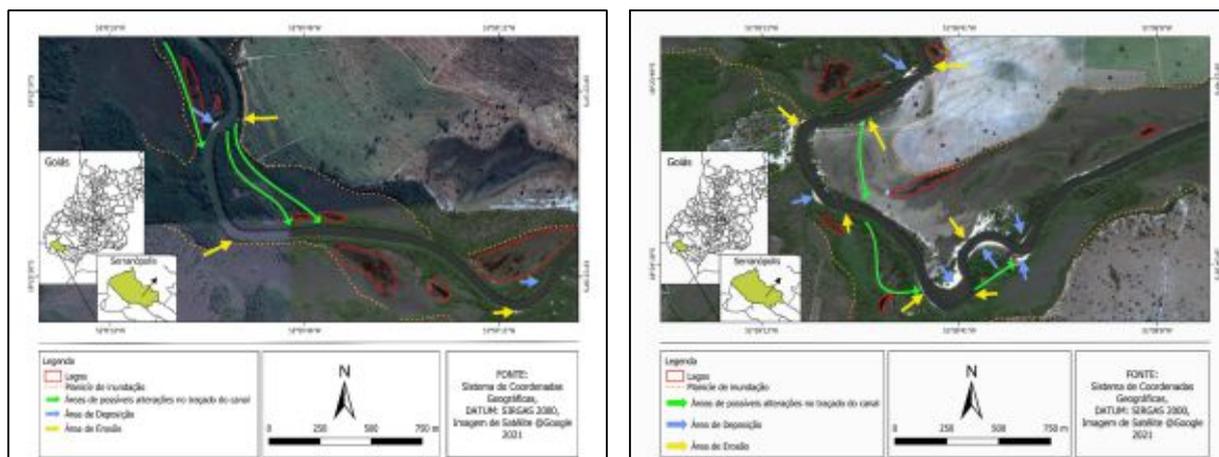


Figura 9: Compartimento 3 da área de estudo. (Moraes, 2021). Figura 10- Compartimento 4 da área de estudo. (Moraes, 2021).
2 linhas em branco, fonte Times New Roman, tamanho 10

Contexto das feições identificadas:

O compartimento 1 (figura 07), apresenta mais vegetação na planície aluvial, que costuma sofrer inundações nos períodos chuvosos (figura 11). Essa vegetação é importante para diminuir a energia das águas de transbordamento, diminuir a intensidade dos processos erosivos e dos alagamentos na região próxima ao rio. A presença da vegetação também é importante para diminuir ou amenizar a energia das águas de escoamentos superficiais que costumam transportar sedimentos para o canal e com isso intensificar o processo de assoreamento dele. Daí a necessidade de proteção legal das margens de rios e córregos.

A figura 8, compartimento 2, destaca uma questão que deve ser abordada pelo planejamento territorial e ambiental, pois o local indicado com o circulado possui uma ponte sobre o rio. A ação erosiva do canal junto às margens, principalmente na direita pode ocasionar a estabilização das estruturas da ponte bem como a erosão do segmento da rodovia próximo a ponte, resultando em prejuízos financeiros e ambientais, além da possibilidade da perda de vidas.

Os pontos identificados como de erosões que foram identificados nas figuras, correspondem a processos físicos de retirada de sedimentos e solos das margens, inserindo-os no canal para serem transportados ou depositados no fundo do canal, dependendo da granulometria e energia do sistema. O vento e a água são na maioria das vezes os responsáveis por transportar os materiais erodidos (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

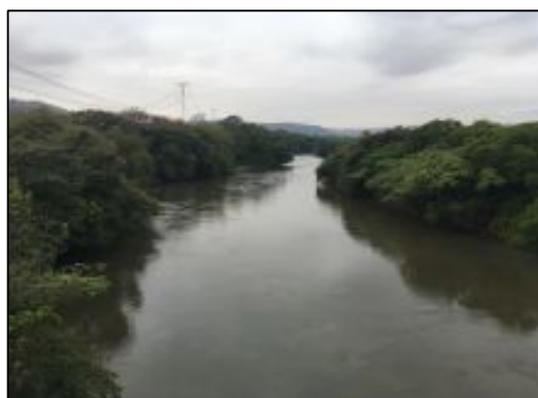


Figura 11- fotografia que representa o compartimento 1, destacando a vegetação junto as margens do rio Verde.
Fonte: Acervo do projeto Serranópolis.

Os pontos referentes a deposição de sedimentos estão situados em todos os compartimentos estudados, porém é mais frequência nas figuras 8 e 10. Esses processos resultam da diminuição da energia do sistema, geralmente na parte interna das curvas ou junto a obstáculos e dependendo das dimensões, provocam alterações no traçado do canal, como por exemplo no caso de um segmento de canal que possui uma morfologia meandrante tornar-se um canal retilíneo, como poderá ocorrer nas figuras 7 e 9.

A erosão ocorre em decorrência, principalmente, da ação antrópica, quando o solo é utilizado pela agricultura, e pela pecuária, acompanhadas pela retirada da vegetação nativa. A erosão também pode ser consequência de processos

naturais, natural relacionados as precipitações pluviométricas (erosividade) e tipos de solos (erodibilidade), por exemplo. (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Deve-se considerar também que as perdas de solos associados a atividades agropecuárias também são responsáveis pela inserção de sedimentos nos canais fluviais, o que pode levar a alteração no curso.

A alteração do percurso do canal fluvial também pode trazer consequências a biodiversidade do local, pois as espécies estão habituadas ou associadas a uma morfologia de canal e a um padrão de variação de energia e disponibilidade de recursos alimentares, principalmente em relação aos peixes. A alteração pode estabelecer novos parâmetros, e com isso a adaptação a um novo habitat ou ecossistema.

As obras como pontes, estradas, arruamentos também podem sofrer impactos com as alterações nos percursos do canal. Nesses casos, o procedimento adequado é o monitoramento de campo e por imagens de satélite, tanto para áreas urbanas quanto rurais, o que exige do poder público a adoção e a elaboração de planos de gestão, comumente desprezada ou não valorizada em diversas instâncias. O exemplo apresentado na Figura 8 representa muito bem essas considerações.

As análises e interpretações das imagens dos compartimentos estabelecidos para a área de pesquisa revelam um sistema fluvial impactado por ações antrópicas e processos naturais em busca de um equilíbrio, característico dos sistemas fluviais, basta comparar os pontos de erosão-deposição. Os paleocanais e as projeções de 31 possíveis alterações no canal também ilustram a mobilidade e a busca de equilíbrio no sistema, bem como a necessidade de monitoramento, tanto em relação ao planejamento quanto a biodiversidade (figuras 12 e 13).



Figura 12- estrutura da ponte sobre o rio Verde que deve ser direita objeto de monitoramento constante.



Figura 13- local de deposição de sedimentos na margem do rio Verde. Fonte:Acervo do Projeto Serranópolis

Os resultados obtidos são semelhantes àqueles apresentados por Bezerra (2020), Santos (2020), Leite (2020) e Pires (2020), com pequenas variações relacionadas a intensidade de processos erosivos e deposicionais. Da mesma forma, indicam a necessidade da elaboração de um diagnóstico e prognóstico para a bacia hidrográfica do rio Verde.

Cabe destacar, que durante a execução da pesquisa foi divulgado na mídia que o município de Serranópolis apresentou, nos últimos anos, um dos maiores índices de desmatamento do estado de Goiás. Analisando de forma contextualizada, maior pressão sobre os recursos hídricos, sobre a biodiversidade e a necessidade de planejamento.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos e as discussões permitem estabelecer algumas considerações finais: - O rio Verde, como todo sistema fluvial, está sempre em busca de um equilíbrio; - A relação entre processos erosivos e deposicionais ao mesmo tempo em que indicam a busca pelo equilíbrio, podem detectar possíveis alterações no traçado do canal; - O canal fornece informações significativas em relação a biodiversidade atual e possíveis impactos em caso de alteração no padrão do canal; - Também indica possíveis problemas de planejamento territorial e ambiental, seja em relação a estrutura da ponte, seja em relação a obras e área utilizadas pelas propriedades rurais, consequências diretas da erosão das margens; - Fornece subsídios para realização de diagnósticos e prognósticos periódicos que subsidiem a elaboração de um plano de gestão para a bacia do rio Verde, de caráter multi, inter e transdisciplinar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agência Nacional de Água (ANA) **Análise da situação atual dos recursos hídricos**. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil, Brasília-DF, p. 351, 2013.
2. Barrella, Walter.; Petre Junior, Miguel.; Smith, Welber Senteio.; Montag, Luciano Fogaça de Assis. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: Rodrigues, Ricardo Ribeiro .; Leitão Filho; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
3. BEZERRA, Mayza Luz. **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.
4. Brasil. Lei n. 9.433 de 8 de janeiro de 1997. **Política Nacional de Recursos Hídricos**: Brasil (DF), 1997.
5. Castro, Cleber Marques; Lemos, Clara Carvalho. **Planejamento ambiental**. Rio de Janeiro: fundação Cecierj, p. 336, 2016.
6. Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília-DF: EMBRAPA-SPI, p. 356, 2018.
7. Fernandes, *Luiz Alberto*. Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), escala 1:1.000.000. **Boletim Paranaense de Geociências**, Paraná, Editora UFPR, n. 55, p. 53-66, 2004.
8. Ferrari Junior, José Carlos. **Limites e potencialidades do planejamento urbano**: uma discussão sobre os pilares e aspectos recentes da organização espacial das cidades brasileiras. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 2, n.1, p. 15-28, 2004.
9. Latrubesse, Edgardo Manuel; Carvalho, Thiago Morato de. Geomorfologia do estado de Goiás e Distrito Federal, Goiânia-GO., série **Geologia e Mineração**, n.2, 2006.
10. Leite, Raimundo da Silva. S. **Segmento 1a 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.
11. Lemos, Rodrigo Silva.;Magalhães Júnior, Antônio Pereira.;Wstane, Carla. Planejamento e gestão territorial: reflexões a partir da modernidade, da ciência e da participação social. **Caderno de Geografia**, Minas Gerais – MG, v.29, n.58 p.729, 2019.
12. Lima, Walter de Paula. Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas. São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de Ciências Florestais, Piracicaba, 2008.
13. Mauro, Cláudio Antonio Di.; Mageste, José Geraldo.; Lemes, Ernane Miranda. **As bacias hidrográficas como critério para o planejamento territorial. Caminhos de Geografia**. Uberlândia v. 18, n.64 p. 472–482, Dez. 2017. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/> ISSN 1678-6343. Acesso em: 19 de maio de 2021.
14. Mendes, Luiz Carlos.; Lourenço, Líbia da Costa.; Alves, Vancler Ribeiro.; Lourenço, Mychael Vinicius da Costa.; Jordy, João Cassim. Pontes em concreto armado em meios de elevada agressividade ambiental. In: **IV Congresso Internacional sobre Patología Yrecuperación de estructuras**, Córdoba, Argentina, jun. 2010.
15. Ministério do Meio ambiente (MMA). **A conservação sobre diversidade biológica – CDB** -, Brasília-DF, 2000
16. Moroz, Isabel Cristina. Contribuição dos estudos de geomorfologia fluvial e recursos hídricos para planos de manejo de unidades de conservação. In: **Anais do VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Recife, 2010.
17. Oliveira, Felipe Ferreira.; Santos, Ramon Eduardo Salles dos.; Araujo, Rodrigo da Cruz de. Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, Itapetininga, v. 5, n.3, p. 60-83, abr./jun., 2018.
18. Pires, Matheus Guimarães. **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
19. Reatto, Adriana; Correia, João Roberto ; Spera, Silvio Tulio ; Martins, Éder de Souza. Solos do Bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In: SANO, Sueli Matiko; ALMEIDA, Semíramis Pedrosa de; RIBEIRO, José Felipe. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**, Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnologia, 2008p. 107-149.
20. Riccomini, Cláudio.; Giannini, Paulo Cesar Fonseca; Mancini, Fernando. Rios e processos aluviais. In: **Decifrando a terra** [S.l: s.n.], p. 191-214, 2000.
21. Rubin, Júlio Cezar Rubin de. **Escavação do sítio arqueológico GO-JÁ-02, Serranópolis, Goiás**. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2017.
22. Santos, Anna Kássya rocha 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.
23. Santos, Anna Kássya Rocha dosA. R. **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

24. Schmitz, Pedro Ignacio; ROSA, André Osorio; Bitencourt, Ana Luisa Vietti. Arqueologia nos Cerrados do Brasil Central. Serranópolis III. **Revista Pesquisas: Antropologia**. n. 60, São Leopoldo/SR: Instituto Anchieta de Pesquisas, p. 288, 2004
25. Scopel, Iraci. *et al.* **A formação de areais e seu controle na região de Jataí e Serranópolis, Goiás**. Jataí: Universidade Federal de Goiás – Campus Avançado de Jataí, 2005.
26. Secretaria do meio ambiente (SMA) **Biodiversidade**, Instituto de Botânica, São Paulo, p. 112, 2010.
27. Silva, José Roselito Carmelo da.; Araújo Charles Silva de.; Souza, Ismael Gaspar de.; Fontes, Maicon Sousa.. Estudo dos impactos ambientais em microbacia ocasionado pelas obras de construção do Conjunto João Paulo II na Zona Norte de Manaus, **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.10, n.01, p. 150-159, 2017.
28. Souza, Jonas Otaviano Praça de; Correa, Antônio Carlos. **Sistema fluvial e planejamento local no semiárido, fortaleza**. v. 11, n. 24, jan/abr. 2012.
29. Souza, Mariana Garcia de. **Análise macrorregional do complexo de sítios arqueológicos de Serranópolis: relação e interação entre paisagem e caçadores-coletores**, Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em arqueologia). Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2020.
30. Stevaux, José Cândido.; Latrubesse, Edgardo Manuel. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de texto, 2017.
31. Tucci, Carlos Eduardo Morelli (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. v.4, 4 ed. Porto alegre: ABRH/UFRGS, 2004.