

PRESSUPOSTOS PARA ESTUDOS SOBRE ABORDAGEM SISTÊMICA DA HIDROGEOMORFOLOGIA

ASSUMPTIONS FOR STUDIES ON A SYSTEMIC APPROACH TO HYDROGEOMORPHOLOGY

Eduarda Regina AGNOLIN¹
Wellinton Azzolini FARIAS²

Resumo: A compreensão sobre os sistemas vem de uma longa discussão desde o início das sociedades, deste modo, observa-se epistemologicamente na ciência geográfica a preocupação com o entendimento e inserção da Teoria Geral dos Sistemas na Geografia Física para o entendimento da Hidrologia, da Geomorfologia e da Hidrogeomorfologia. Esse artigo buscou compreender teoricamente, por meio de uma revisão bibliográfica, como a abordagem sistêmica foi empregada na ciência geográfica, adentrando às áreas da Hidrologia e Geomorfologia, para o entendimento da Hidrogeomorfologia. Verificou-se a importância da abordagem sistêmica na compreensão da totalidade, o que não seria possível caso fosse fragmentada, assim como a importância da análise sistêmica na Hidrogeomorfologia, quando se utiliza de potenciais e fragilidades.

Palavras-chave: Teoria Geral dos Sistemas; Sistema Natural; Geografia Física.

Abstract: The understanding of systems comes from a long discussion since the beginning of societies, thus, epistemologically observed in geographic science the concern with the understanding and insertion of the General Theory of Systems in Physical Geography for the understanding of Hydrology, Geomorphology and of Hydrogeomorphology. This article sought to theoretically understand, through a bibliographical review, how the systemic approach was used in geographic science, entering the areas of Hydrology and Geomorphology, to understand Hydrogeomorphology. The importance of the systemic approach in understanding the totality was verified, which would not be possible if it were fragmented, as well as the importance of systemic analysis in Hydrogeomorphology, when using potentials and weaknesses.

Keywords: General Systems Theory; Natural System; Physical geography.

Introdução

O entendimento dos sistemas tomou forma com o avançar da história da humanidade, visto que nos primórdios da sociedade os filósofos buscavam maneiras de qualificar a discussão ontológica do comportamento social e dos fenômenos naturais, para uma forma estrutural, ou seja, um sistema como a parte que faz a união, composição entre partes.

¹ Licenciada, Bacharel e Mestre em Geografia pela Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). E-mail: eduardagnolin@gmail.com;

² Bacharel e Licenciado em Geografia. Mestre em Geografia pela Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). E-mail: wellintonazzolini@hotmail.com;

Frente a essa longa discussão, adentra-se ao entendimento epistemológico da Geografia, onde é possível compartilhar de reflexões acerca das “crises” no interior dessa ciência, pois a Teoria Geral dos Sistemas causou um grande impacto, principalmente na Geografia Física, na compreensão de mais que um elemento físico para o entendimento de uma determinada realidade.

Diante disso, buscou-se compreender teoricamente a contribuição da abordagem sistêmica no decorrer inicialmente da Geografia, adentrando a áreas como a Hidrologia e a Geomorfologia, para o entendimento da Hidrogeomorfologia.

De maneira geral, a Geomorfologia se caracteriza como sendo uma ciência multidisciplinar que depende da sua inter-relação com outras áreas do saber, tais como a Hidrologia e a Climatologia, para explicar os processos de formação das paisagens. De outro lado, a Hidrologia trata dos recursos hídricos, os fluxos de água (vazão), escoamento superficial, subterrâneo e outras dinâmicas relacionadas ao ciclo hidrológico.

A partir dessa aparente dissociação, o conceito de Hidrogeomorfologia surge numa tentativa de compreender parte do meio físico de maneira integrada, combinando métodos e técnicas de pesquisa e propiciando maior clareza de entendimento acerca das transformações das paisagens.

Procedimentos Metodológicos

Foi efetuada uma revisão do estado da arte sobre os temas Hidrologia, Geomorfologia, Hidrogeomorfologia e os seus pressupostos, que dão subsídio ao entendimento do tema proposto, inicialmente para entender epistemologicamente a evolução da abordagem sistêmica na Geografia. Para tal, foi buscado em artigos científicos, provenientes de periódicos de Revistas da Geografia, livros virtuais, físicos e no Google Acadêmico. Registra-se aqui que este é um trabalho inicial, não aprofundando em procedimentos metodológicos, mas com o intuito de trazer a discussão sobre os pressupostos para entender a Hidrogeomorfologia através da análise sistêmica.

A concepção inicial sobre a abordagem sistêmica e Geossistêmica para a Geografia

A abordagem sistêmica, que vem sendo tratada desde 1950, é uma metodologia que busca conjugar dois ou mais conceitos para a compreensão de um determinado objeto de estudo, e trouxe uma visão globalizante em relação aos modelos cartesiano e mecanicista.

Em 1950 o autor Bertalanffy publicou a *General System Theory* (Teoria Geral dos Sistemas - TSG), o termo já vinha sendo utilizado, porém sem a complexidade de englobar diversas áreas do conhecimento. Diante disso, a TSG interliga-se a Física, as leis energéticas quando se descreve sobre Hidrogeomorfologia ou fluxos/energia na interferência de um sistema físico (Do Vale, 2012).

Considera-se que os aspectos das formas não são imutáveis e estáticas, mas são mantidas pelo fluxo de matéria e energia, com o tempo a massa da paisagem é removida gerando alterações progressivas, conforme a Teoria do Equilíbrio desenvolvida por John T. Hack (1960), segundo Fierz (2015).

Dessa forma, a noção de equilíbrio foi relacionada ao conceito de ecossistema, que surgiu com Tansley (1953), onde pressupõe-se que os ecossistemas são unidades autorreguladas e que seguem uma trajetória linear para um estado de estabilidade (Fiedler *et.al*, 1997).

Na Geografia, a sistêmica é detectada com Humboldt e a consideração do meio geográfico em sua totalidade, abordando as interpelações e os componentes das mesmas. O que significaria um primeiro corte ao pensamento mecanicista e reducionista, que posteriormente alcança uma ampla aplicação e disseminação na geografia (Marques Neto, 2008).

Da Silva e Leite (2020), trazem um artigo sobre a abordagem sistêmica e os estudos da paisagem, passando pela TSG de Bertalanffy (1969), aplicada primeiramente à termodinâmica e à Biologia, discutindo também o conceito de Geossistemas de Sotchava (1977), a aplicabilidade dos estudos da paisagem de Bertrand (1977), e compreendem uma visão holística, com intuito de entender o todo a partir da análise dos seus elementos e a interação entre os mesmos.

Os autores fazem a diferenciação de geossistema e sistemas a partir da origem filosófica e etimológica das palavras, buscam tratar com detalhes o modo de sistemas de Christofolletti (1979), sua classificação de sistemas isolados, não isolados, abertos ou fechados e os processos de cada subsistema atrelados aos fluxos de energia, matéria e suas

transformações. Discutem o conceito de Geossistema e a ideia do todo relacionado aos elementos e conexões, os mesmos citam Sotchava (1977), e as questões estruturais da dinâmica geossistêmica, assim como o entendimento hierárquico e os modelos que auxiliam na sua compreensão (Da Silva; Leite, 2020).

Integram a discussão com a paisagem na Geografia e a base teórica que dá suporte para a compreensão do método sistêmico, trazendo as taxonomias geômero e geocoro, os limites pra que eles existam, suas grandezas, corroboram com a discussão de Bertrand (2004), sobre paisagem e o geossistema, assim como as suas subdivisões, reconhecem que o desenvolvimento dessas teorias é estritamente importante para a ciência Geográfica e suas análises (Da Silva; Leite, 2020).

Nascimento e Sampaio (2004), também fazem um aporte teórico ligado à Geografia Física, aos geossistemas e ao estudo interligado da paisagem, a partir da TSG. Inicialmente trazem os campos de aplicação da Geografia Física como a Hidrologia, o planejamento territorial e regional, Geomorfologia, Climatologia, a análise da paisagem e geossistemas e a partir dessas áreas buscaram trazer a discussão dessa base teórica que trata da análise integrada.

Comentam que os sistemas físicos tem uma expressão espacial na superfície terrestre, calcada em fluxos de energia e matéria de interação real, e apresenta-se por meio de um mosaico paisagístico, criando uma heterogeneidade no geossistema. Os estudos dos geossistemas devem conciliar a grandeza temporal, sua magnitude e as adaptabilidades relacionadas aos fluxos energéticos (Nascimento; Sampaio, 2004).

Adentram a discussão sobre geofácies e geotopos e as unidades inferiores, fazem um breve apanhado sobre a classificação dos geossistemas e seus problemas, algumas dificuldades críticas na definição de geossistema, pautada na subjetividade, as similitudes da ação antrópica e social, bem como suas limitações. Porém entendem que há críticas, que podem ser melhoradas ao longo do tempo, mas foram importantes no desenvolver de estudos referentes a Geografia Física e até o momento não foi desenvolvido outro método a partir de uma unidade sistêmica para descrever a paisagem e suas alterações (Nascimento; Sampaio, 2004).

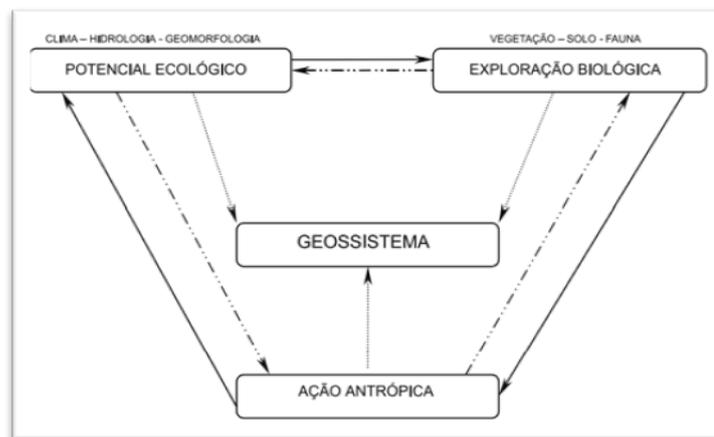
Conforme Bertrand (2004, p.146), é na escala dos ecossistemas que há maior interação, modificação e interferências entre os fenômenos que compõe a paisagem, descreve também que a

unidade da paisagem é, portanto, incontestável. Ela resulta da combinação local e única de todos esses fatores (sistema de declive, clima, rocha, manto

de decomposição, hidrologia das vertentes) e de uma dinâmica comum (mesma geomorfogênese, pedogênese idêntica, mesma degradação antrópica da vegetação que chega ao para climax “lande” podzol ou à turfeira).

O autor Bertrand em (2004), destaca que a paisagem é uma combinação de elementos em uma determinada porção do espaço, que realizam uma ação dialética, parte-se de paisagem como implicações naturais e antrópicas, no entanto a noção de escala é inseparável dos estudos de paisagem. Segundo Bertrand a abordagem sistêmica de maneira geral engloba o potencial ecológico, a exploração biológica e esses dois tem uma congruência com a ação antrópica, voltada ao centro o geossistema, conforme na Figura 01. Além disso, a evolução da paisagem, ocorre por meio da evolução da unidade/geossistema, onde a energia se complementa e reage dialeticamente.

Figura 1 - Esboço da abordagem Geossistêmica.



Fonte: Bertrand (2004)

Limberger (2006), advoga sobre abordagem sistêmica e complexidade na Geografia, buscou fazer uma análise a partir da teoria da complexidade, pois com ela é possível uma visão da emergência de atributos, gerados através da interligação das partes que compõe o geral, para a Geografia enquanto disciplina suas partes são as organizações do espaço. Encontrou que a influência cartesiana demonstra as várias partes do conhecimento, porém quando aborda as interconexões, relações, organizações, ainda ficam obscurecidas.

Abordagem sistêmica e a Hidrologia

Parte -se da premissa que a Hidrologia é uma ciência que aborda toda a água na terra, e é atenta a seus movimentos em relação a física e a química e também ao espaço e meio ambiente, e suas interações com as formas vidas (Tucci, 1993).

A Hidrologia por sua vez é abordada conceitualmente por Meyer (1948) *apud.*, Garcez e Alvarez (1988, p.1), onde destacam essa área do conhecimento como uma “ciência natural que estuda e trata de fenômenos relativos à água em todos seus estados, de sua distribuição e ocorrência na atmosfera, na superfície terrestre e no solo, e da relação desses fenômenos com a vida e com as atividades do homem”.

Tucci (1993), disserta sobre a Hidrologia como uma ciência que estuda a circulação, distribuição da água em contato com o ambiente e a terra, apresenta-se como uma ciência interdisciplinar que vem crescendo a partir das problemáticas, impactos ambientais, demanda por água, controle de desastre e o abastecimento.

Para Sidle e Onda (2004), a Hidrogeomorfologia, é abordada como uma ciência que transita entre diversas áreas, porém concentra-se nos processos hidrológicos com formas de relevo e materiais terrestres, e o seu contato com a água superficial ou subterrânea em diferentes espaços e tempos.

Em termos de unidade para a gestão as Bacias Hidrográficas são consideradas delimitações ideais, a Hidrogeomorfologia adentra em termos de avaliações, análises quantitativas, de conservação do solo e da qualidade da água, de gestão dos recursos naturais, de análise de comportamento, planejamento de uso dos recursos hídricos, descrição de características físicas, para uma melhor implementação de novas tecnologias dentro de uma determinada bacia hidrográfica (Kulkarni, 2015; Sukristiyanti *et al.*, 2018).

Para além da Hidrologia, adentra-se a Bacia Hidrográfica, pois ela é uma unidade planejamento importante para Geografia Física. Sendo assim Catarina Ramos (2007, p.50) descreve,

a bacia hidrográfica como uma porção de território continental drenada por um curso de água ou por um sistema interligado de cursos de água, os quais transportam, além da água, sedimentos, materiais dissolvidos e nutrientes vários até um ponto comum: a desembocadura ou secção de referência da bacia.

Ramos (2005, p.48), denota a “Bacia Hidrográfica como um sistema físico aberto, constituído por diversas componentes, que interagem e influenciam o seu comportamento hidrológico”.

Em seguida, discutiu-se teoricamente alguns autores que abordam a Hidrologia, e epistemologicamente adentram a Teoria Geral dos Sistemas, assim como algumas perspectivas relacionadas a fluxos, Bacias Hidrográficas e estudos aplicados.

Adiante, Falcão (2020), pesquisou a TSG e o entendimento dos processos erosivos em uma Bacia Hidrográfica, em primeiro momento argumenta que é importante os estudos sobre as bacias sobre a visão sistêmica, pois é uma unidade de planejamento e que mudanças significativas podem ter efeitos, impactos e alterações sobre o ambiente. Procura relacionar a Bacia Hidrográfica com a visão sistêmica e integradora, possibilitando uma visão conjunta das condições naturais e das atividades humanas.

Dentro do mesmo estudo, analisa teoricamente o processo de erosão do solo, um entendimento a partir dos experimentos e mensuração deste processo, e traz alguns elementos importantes como, a substituição da morfologia, por tipologia e padrões espaciais, onde a paisagem reflete aspectos do funcionamento ecossistêmico, a noção de causa e efeito, algumas variáveis fundamentais, construção de modelos matemáticos, a incorporação do modelo termodinâmico pela geografia física e os monitoramentos (Falcão, 2020).

Ademais, identificou o ambiente como um agrupamento de elementos interligados, corroborando trocas de matéria e de energia que formam as relações de fluxos da terra, concluiu que a erosão é uma ameaça no crescimento agrícola, produtividade do solo, qualidade da água e ecossistemas, conjuntamente com a importância da cobertura vegetal (Falcão, 2020).

Quando se trata da sistêmica de bacias hidrográficas, a precipitação é a maior fonte de matéria, ou seja, a fonte de entrada (*input*) que mobiliza os fluxos. O autor também considera as Bacias Hidrográficas como:

[...] um sistema geomorfológico aberto, que recebe matéria e energia através de agentes climáticos e perde através do deflúvio. A bacia hidrográfica como sistema aberto pode ser descrita em termos de variáveis com inter-relações bem definidas. Estas formam os elementos que contribuem para a definição das características da bacia são: o embasamento rochoso, o relevo, o solo e a cobertura vegetal (Falcão, 2020, p.4).

Dias e Cirilo (2018), fazem uma pesquisa com foco no diagnóstico da fragilidade ambiental da bacia do rio Caeté/PA como subsídio ao planejamento ambiental, por meio deste buscaram entender as potencialidades e limitações dos sistemas naturais, as ações antrópicas suas características, dinâmicas e funcionalidades. Fizeram a utilização das Geotecnologias como um aporte para os procedimentos, o intuito deste trabalho foi deixar um instrumento de

subsídio para tomada de decisão no âmbito do planejamento e gestão ambiental, diante de uma análise sistêmica da paisagem, encontraram uma fragilidade ambiental nível médio (51,04%), com o nível alto (32,90%) e uma má utilização do uso da terra.

Sendo assim, Silveira (2007) aplicou análise sistêmica da dinâmica da Bacia Hidrográfica do rio Iraí -PR e verificou os processos de erosão, deslizamentos e enchentes, teve como base a TGS, foi possível entender influência dos seus componentes biológicos, geomorfológicos e pedológicos, o *input* e *output*, assim como uma compreensão da totalidade, concluiu que houve alteração da capacidade de infiltração da água e armazenamento no solo pelo uso antrópico, modificação em propriedade como a porosidade do solo e matéria orgânica e fluxo hídrico apresentou perda de sedimentos.

Em seguida passou-se para a reflexões sobre a análise sistêmica na Geografia tendo o tema água como referência realizada por Otto e De Moraes (2019), que buscou evidenciar não a Hidrologia, mas a água como um componente integrador da visão sistêmica em relação aos demais componentes físico naturais do espaço geográfico. Chegou à conclusão que esses estudos não são mais feitos de forma fragmentada como na Geografia Clássica, mas sim, de uma forma a verificar a completude ou o todo.

Guerra em (2017) analisou as áreas de riscos hidrológicos no município de Ourinhos/SP, teve o intuito de avaliar as áreas vulneráveis a riscos hidrológicos, por alagamentos, enchentes, enxurradas e inundações, por meio da análise sistêmica da paisagem, em que natureza, homem, sociedade e cultura passam a ser planejados e compreendidos de maneira integrada, ao final realizam uma cartografia síntese que esboça as áreas de risco de 2011 a 2016 e também aponta áreas de potencial desequilíbrio ambiental que necessitam de conservação, proteção, controle e monitoramento enquanto patrimônio natural e cultural, ou seja, patrimônio ambiental urbano

Análise sistêmica da sub-bacia do Riacho do Ipiranga- Presidente Tancredo Neves-Bahia, utiliza-se da base de estudo da Fragilidade Ambiental de Jurandir Ross (1994, 2005, 2012) na tentativa de integrar aspectos do meio físico e social, e da dinâmica sistêmicas, os resultados apontaram para áreas mais e menos favoráveis, chegando a uma dinâmica socioambiental de cultivos permanentes (12%), uma incipiente produção de cultivos temporários (17%) e atividades de pastoreio (15%). O grau de antropização da sub-bacia é de 66.2%. demonstrou também que 68% das APPs estão irregulares (Matos,2018).

Por fim, entende-se que a abordagem sistêmica apresenta uma complexidade no entendimento geral e em suas relações, principalmente em estudos ambientais que

congreguem o social e socioeconômico, o entendimento sobre bacias e as sistêmicas servem como aporte ao planejamento e a confrontar com as legislações vigentes, demonstrando áreas que precisam de uma maior atenção, ou até mesmo áreas de risco.

Abordagem sistêmica e a Geomorfologia

A Geomorfologia é uma ciência consolidada que pode ser definida como busca pelo entendimento dos processos, formas da superfície terrestre, seu objeto de estudo são as irregularidades da superfície terrestre. Adentra também, os processos físicos que tem sua parte de responsabilidade sobre a dinâmica do espaço, razão por si só suficiente para que a Geografia não os possa ignorar (Pedrosa, 2014).

Assim sendo, entende-se a Geomorfologia e a importância de seus processos, procura-se discutir teoricamente alguns autores que abordam essa área da ciência, e epistemologicamente adentram a Teoria Geral dos Sistemas, assim como algumas perspectivas relacionadas a fluxos energéticos, sistemas abertos divisões, e estudos aplicados a fragilidade.

A Geomorfologia em sua etimologia refere-se a terra, forma e discurso, é uma ciência que busca o entendimento das formas do relevo e da paisagem, esta área também estuda a superfície de contato onde os processos geomorfológicos ocorrem (Groel; Kokiyama; Santos, 2012).

Christofoletti (1988, p.1), discorre sobre a Geomorfologia ser uma ciência que busca compreender e estudar as formas de relevo. Sendo assim, “as formas representam a expressão espacial de uma superfície, compondo as diferentes configurações da paisagem morfológica. É seu aspecto visível, a sua configuração que caracteriza o modelado topográfico de uma área.”

Marques Neto (2008), em seu trabalho busca entender a abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos e algumas interpretações e possibilidades de aplicação, descreve sobre a influência da TSG sobre a geografia física, adentra na escola alemã e na Geomorfologia, apresenta destaque nas aplicações dessa abordagem, o autor faz um breve retorno histórico aos aspectos da história da humanidade na terra, trazendo o renascimento, a revolução industrial e a abordagem sistêmica e a passagem de paradigma na Ciência Geográfica.

Este autor, concebe um item somente para a Geomorfologia, onde faz um aporte teórico bem interessante perpassando pela historicidade das teorias até o momento atual, cita Davis e a Teoria do Ciclo Geográfico, onde entende-se o sistema fechado, de estabilização e sem entrada permanente de energia e matéria, a escola Alemã com Humboldt, a Teoria da Pediplanação de Lester King em 1956, que levou em consideração a identificação das superfícies de aplainamento, onde incorporou o clima em seus estudos, a Teoria Geral dos Sistemas de Chorley em 1962, a dinâmica do sistema-Terra e a Teoria do Equilíbrio Dinâmico, os estudos de Horton, Strahler, Hack, no Brasil a teoria dos sistemas se articula a Geografia Teórica – Quantitativa, na análise de modelos e difunde-se com os estudos de Christofolletti e Ross (Marques Neto, 2008).

Entretanto, o autor entende a problemática de trabalhar as variáveis físicas e socioeconômicas, bem como a noção de complexidade, a incorporação do caráter holístico e sistêmico a Geografia, a não linearidade dos sistemas, a evolução dos modelos, e a ampliação por parte da Geomorfologia para incorporar essa interdisciplinaridade em seus estudos (Marques Neto, 2008).

A partir das discussões consolidados sobre ciclicidade e dinamismo e trocas energéticas Christofolletti (1980), descreve o sistema terrestre como aberto, no qual a energia está continuamente entrando e saindo, reconhecendo que há uma estabilidade relativa nas formas topográficas que fazem com que se tenha um grau absorção diante das alterações do meio ambiente.

O mesmo propõe os sistemas isolados e não isolados, destacando os isolados como não ocorrem trocas de energia nem de matéria com outros sistemas e os não isolados como abertos ou fechados, onde pode haver a troca de energia e matéria ou troca de energia somente (Christofolletti, 1999; Falcão, 2020).

Christofolletti (1979) *apud*. Da Silva e Leite (2020) apresentam os sistemas, a princípio como entradas (*inputs*), constituído do que o sistema recebe e de saídas (*outputs*) e o seus composto principal seriam as unidades, onde ocorrem as trocas de energia e matéria e transformações, a energia de entrada é a potencial que faz o sistema ser impulsionado e a cinética atua no movimento do material e trocas se aliando a potencial.

Resgatando o proposto por Ross (1994), que se debruçou sobre a análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados, e teve como base teórica os estudos de Tricart (1977) e sua Teoria dos sistemas com foco nas unidades ecodinâmicas, adentrou nos pressupostos históricos ambientais, trouxe alguns procedimentos operacionais para a análise

da fragilidade, a dissecação do relevo, a densidade de drenagem e dimensão fluvial, analisou a morfometria, posteriormente entrou na fragilidade dos solos e nos graus de proteção da cobertura vegetal. Com esse trabalho Ross pode identificar as fragilidades e potencialidade dos recursos naturais, tendo uma compreensão sistematizada dos processos físicos e suas relações.

Para os autores, Perez Filho e Seabra (2004), a análise sistêmica aplicada ao estudo da fragilidade de terras do cerrado paulista, aborda uma análise integrada entre as relações entre solo, relevo, clima, vegetação (geossistema), uso e ocupação das terras (sistema socioeconômico), encontrou com essa pesquisa os processos erosivos acelerados e de formações de extensas áreas denominadas de “areais”, localizadas no Planalto Ocidental e Depressão Periférica Paulista onde as Formações Superficiais Cenozóicas, alta fragilidade, a ruptura no equilíbrio entre relevo-solo-vegetação que ocasiona entre as diversas consequências a perda do solo e de seus nutrientes.

Perez Filho e Seabra (2004, p.8), denominam que a “Geomorfologia permite um conhecimento sistemático dos sistemas naturais, procurando entendê-los sempre num processo de interação e interconexão. É sobre esses sistemas que se dão e repercutem as ações humanas, inseridas nas análises dos geossistemas”.

Sendo assim, fica claro a importância das pesquisas relacionadas da Geomorfologia e os sistemas, relacionando a entrada, a saída e os fluxos energéticos, bem como as aplicações em relação a fragilidade de um geossistema, ou a ruptura do equilíbrio, bem como pode ser utilizado para o entendimento de potencialidades naturais e aliar o equilíbrio a um desenvolvimento.

Resultados e discussões e a abordagem sistêmica na Hidrogeomorfologia

Groel, Kokiya e Santos (2012), Sidle e Onda (2004), destacam que a Hidrogeomorfologia, foi concebida por volta de 1973 por Scheidegger, o conceito cunhado pelo autor trata do somatório de processos hidrológicos, e os condicionantes geomorfológicos, a influência do ciclo da água em ações sobre o relevo.

A palavra Hidrogeomorfologia deriva da Hidrologia e da Geomorfologia. Este é um tema recente dentro destas ciências, inclusive para a Geografia Física. As pesquisas tem relatado que Scheidegger (1973 *apud* Goerl, Kobiya; Santos, 2012, p. 104) foi o primeiro a definir Hidrogeomorfologia como sendo o estudo das formas causadas pela ação das águas.

Este autor observou que existia uma conectividade entre a Hidrologia e a Geomorfologia, que forneceria respostas a algumas formas de relevo. Entretanto, essa definição se confundia com a própria definição de Geomorfologia.

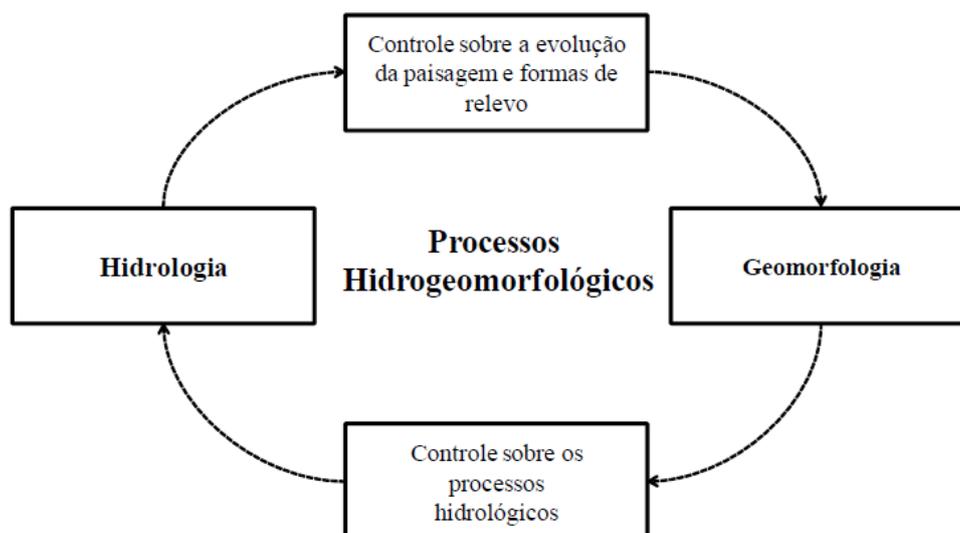
Em 1979, Gregory (*apud* Goerl, Kobiyama; Santos, 2012, p. 104), fez uma reflexão um pouco mais crítica sobre o emprego deste conceito, partindo de uma ideia de interrelação entre a Hidrologia e a Geomorfologia. Richards (1988 *apud* Goerl, Kobiyama; Santos, 2012, P. 104), fomentaria a discussão incluindo a noção de Bacia Hidrográfica e, portanto, implementando um recorte espacial de análise. O autor argumenta que o estudo/conhecimento Hidrogeomorfológico regional proporciona o entendimento do cenário de previsão do ajuste/evolução dos rios/sistema fluvial em escala de Bacia Hidrográfica.

Outro importante autor que contribuiu sobre o tema foi Okunishi (1994 *apud* Goerl, Kobiyama; Santos, 2012, p. 104), que a definiu como sendo o estudo entre as interações dos processos hidrológicos e geomorfológicos, mais especificamente a interação entre os sistemas fluviais e de vertente. O autor tece algumas críticas acerca da ideia de Hidrogeomorfologia, chamando atenção ao fato de que deveria estar associada a um objeto de estudo, o que até então não existia de maneira clara. Para ele, se tal ciência fosse trabalhada dentro da Hidrologia o objeto de estudo já estaria definido como sendo a dinâmica da água, enquanto que na Geomorfologia seria a dinâmica da forma do relevo. Diante disto, o autor propõe a ideia de que o objeto de estudo da Hidrogeomorfologia são os processos Hidrogeomorfológicos. De um lado as duas ciências separadas, porém postas em um sistema-ciclo fechado (Figura 02), ou um sistema em cadeia com reações mútuas. O relevo associado à Geomorfologia exerce um controle sobre os processos hidrológicos, e a Hidrologia associada à dinâmica da água um controle sobre as paisagens e formas de relevo, resultando assim no processo Hidrogeomorfológico, ou seja, a ação que um exercia sobre o outro, numa espécie de ciclo.

Os autores desta época resgatam um pouco a ideia de Chorley e Kennedy (1971), que trabalhavam a ideia de um sistema encadeado, tal como o que os autores chamam de caixa-preta, ou seja, de que há uma entrada de energia e uma saída de matéria, sem uma interrelação entre os elementos.

A respeito disto, Fierz (2008, p. 48) esclarece que estes sistemas “[...] são compostos por uma cadeia de subsistemas, que possuem tanto grandeza como localização espacial e são dinamicamente relacionados em uma cascata de matéria e energia”.

Figura 2 – Diagrama do conceito de Hidrogeomorfologia.



Fonte: Goerl; Kobiyama; Santos, 2012, p.110.

Adiante, a autora explica que esses sistemas possuem uma entrada (*input*) e uma saída (*output*), de matéria e energia., destacando que dentro de cada sistema há “um regulador que trabalhe a fim de repartir o input recebido [...] em dois caminhos: armazenando-o e fazendo-o atravessar o subsistema” (2008, p. 48). Entretanto, pode haver um aprofundamento de análise acerca das relações existentes dentro destes sistemas, avaliando suas interrelações. Para tal, Fierz (2008, p. 49) detalha pelo menos três maneiras de análise, com base nos estudos de Chorley e Kennedy (1971), sendo:

Caixa branca – tentativa no sentido de identificar e analisar as estocagens, os fluxos e outros processos, a fim de obter conhecimento detalhado e claro de como a organização interna do sistema funciona para transformar um *input* em *output*;

Outra possibilidade seria:

Caixa cinza: envolve conhecimento parcial do funcionamento, quando o interesse central é apenas um número limitado de subsistemas, sem considerar as suas operações internas;

Por fim, a já mencionada caixa preta, que seria quando:

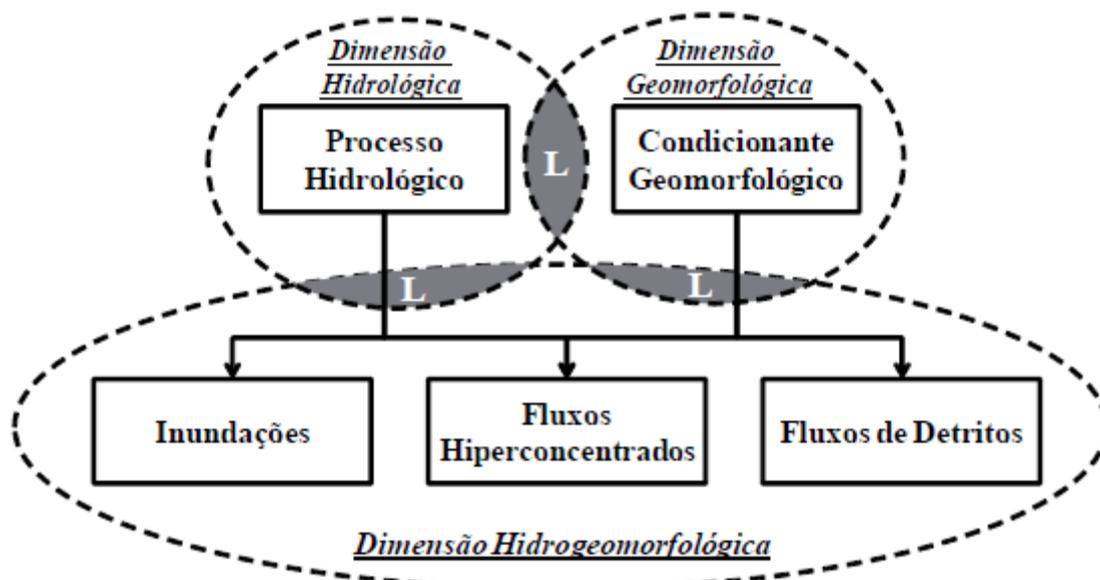
O sistema é tratado como unidade, sem qualquer consideração de propósito de sua organização e funcionamento interno. A alteração dirige-se somente para o caráter do output resultante de inputs identificados.

Surge, daí, a ideia de não apenas dividir as variáveis, mas analisa-las e tentar compreender como uma interfere na outra. Como um subsistema estaria influenciando em outro, e assim por diante, numa ideia de “caixa branca”, para por exemplo, observar a interrelação que existe em uma encosta, em uma cabeceira de drenagem.

Resgatando o proposto por Okunishi (1994 *apud* Goerl, Kobiyama; Santos, 2012, p. 104), o objeto de estudo da Hidrogeomorfologia seria uma análise dessa “interação entre os sistemas fluviais e de vertente”. Como exemplo de estudo aplicado poderíamos mencionar a dinâmica hidrogeomorfológica de cabeceiras, que são importantes para compreender essa conectividade com os demais processos da vertente até o rio.

Desta forma, a Hidrogeomorfologia se constitui uma ciência interdisciplinar, e que recorre aos métodos de estudo já consolidados em suas duas ciências base (Hidrologia e Geomorfologia), porém combinadas e vistas a partir de uma perspectiva mais ampla (Figura 03), “corroborando assim com a ideia da Hidrogeomorfologia como uma nova ciência” (Goerl; Kobiyama; Santos, 2012, p.108).

Figura 3 – Interações entre as dimensões Hidrológicas, Geomorfológicas e Hidrogeomorfológicas.



Fonte: Goerl; Kobiyama; Santos, 2012, p.108.

Tendo esclarecido qual é o objeto de estudo da Hidrogeomorfologia, e que este se dá através de um sistema “caixa branca”, como anteriormente exposto, se faz necessário identificar quais são os processos hidrogeomorfológicos.

Com base no trabalho desenvolvido por Goerl, Kobiyama e Santos (2012, p. 108), nota-se que se pode classificar tais processos em três tipos: inundações, fluxos hiper concentrados e fluxos de detritos. Ainda segundo os autores, “qualquer processo hidrológico que modifica a paisagem e é simultaneamente condicionado por ela pode ser considerado hidrogeomorfológicos” (2012, p. 108). Contudo, cabe ressaltar que os limites entre as duas ciências que originam a Hidrogeomorfologia, bem como ela própria, ainda não estão claros e suficientemente amadurecidos dentro do debate acadêmico.

Para Ross e Del Prete (1998), a Bacia Hidrográfica pode ser considerada uma unidade da Hidrogeomorfologia e da paisagem, pois seus canais, seus divisores de águas, acabam constituindo um ecossistema próprio, com suas singularidades.

Diante do apanhado teórico discutido nos itens acima, enquanto ciências consolidadas a Hidrologia e Geomorfologia tem muito a agregar a discussão da Hidrogeomorfologia, principalmente na utilização da abordagem sistêmica, visto que, as análises com uma visão globalizante que integram duas ou mais áreas demonstram a complexidade dos sistemas e suas conexões.

A demais, deixa-se aqui o entendimento de que os sistemas tem uma entrada, saída e fluxos de energia, podem ser utilizados pro entendimento das dimensões hidrogeomorfológicas, as inundações, os fluxos hiper concentrados e os fluxos de detritos, pois adentram a questão de fragilidade dos sistemas, e como a Hidrogeomorfologia já corrobora a intersecção de duas áreas, a compreensão integrada e sistêmica é uma boa opção metodológica, pois parte da interdisciplinaridade e do amplo para o específico.

Considerações finais

A pretensão inicial desse trabalho não foi realizar uma aprofundada discussão sobre o assunto, mas iniciar a compreensão através de uma busca bibliográfica para o entendimento do tema, visto isso, torna-se interessante aprofundar-se e poder produzir pensamentos novos e aplicações nos trabalhos geográficos.

Observa-se nesta revisão de literatura que são amplos os caminhos de pesquisa acerca da influência mútua entre relevo e hidrografia, os quais permanecem abertos, seja pelo seu desenvolvimento recente, ou pela falta de unicidade no entendimento dos seus limites de estudo. Entretanto, fica também evidente que uma abordagem sistêmica do meio físico,

combinando saberes e perspectivas de análise de ciências que se complementam, tendem naturalmente a ser mais detalhistas e eficazes.

Diante da bibliografia estudada, verificou-se que a abordagem sistêmica ou holística, perpassa uma ampla abrangência na ciência geográfica, abrindo possibilidade de estudos com resultados proveitosos nas pesquisas, podendo subsidiar o pesquisador de conceitos e definições que refletem a realidade do objeto de estudo, como a Hidrogeomorfologia, por exemplo. Essa abordagem sofreu críticas, porém atualmente ainda é utilizada e não surgiu uma nova teoria que a substituísse, pois, a compreensão do *input* e do *output*, sucessivamente os fluxos, demonstra de uma forma clara a totalidade dos fenômenos, visto que uma análise isolada dos elementos pode não dar respostas satisfatórias aos problemas. Além disso, pode ser utilizada tanto para análises de fragilidade quanto de potencialidades.

Referências

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Modelagem de sistemas ambientais**. Editora Blucher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Some recent Brazilian studies in fluvial geomorphology. **Progress in Physical Geography**, v. 4, n. 3, p. 414-420, 1980.

DA SILVA, Dionatan Miranda; LEITE, Emerson Figueiredo. Abordagem sistêmica e os estudos da paisagem. **Revista Pantaneira**, v. 18, p. 14-29, 2020.

DA SILVEIRA, Claudinei Taborda. Análise Sistêmica da Dinâmica da Bacia Hidrográfica do Rio Iraí (PR): Processos de Erosão, Deslizamentos e Enchentes. **Revista Geografar**, v. 2, n. 1, 2007.

DIAS, Filipe Gomes; CIRILO, Brenda Batista. Diagnóstico da fragilidade ambiental da bacia do rio Caeté/PA como subsídio ao planejamento ambiental. **Geoambiente On-line**, n. 32, 2018.

DO NASCIMENTO, Flávio Rodrigues; SAMPAIO, José Levi Furtado. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 6, n. 1, p. 21, 2004.

DO VALE, Cláudia Câmara. Teoria geral do sistema: histórico e correlações com a geografia e com o estudo da paisagem. **Entre-Lugar**, v. 3, n. 6, p. 85-108, 2012.

FALCÃO, C.L.C. A teoria geral dos sistemas e o entendimento dos processos erosivos em uma bacia hidrográfica. **Revista Equador (UFPI)**, v.9, n.4, p.21-39, 2020

FIERZ, Marisa Matos. A teoria do equilíbrio dinâmico em geomorfologia. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 19, n. 3, p. 605-629, 2015.

FIERZ, Marisa de Souto Matos. As abordagens sistêmica e do equilíbrio dinâmico na análise da fragilidade ambiental do litoral do Estado de São Paulo: contribuição à geomorfologia das planícies costeiras. 2008. **Tese (Doutorado em Geografia Física)** - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. doi:10.11606/T.8.2008.tde-17032009-141618. Acesso em: 2021-11-25.

FIEDLER, P.L., WHITE, P.S., LEIDY, R.A. 1997. The paradigm shift in ecology and its implications for conservation. In: Pickett S. T. A., Ostfeld, R. S. Shachak M. Likens, G. E. **The ecological basis of conservation: heterogeneity, ecosystems, and biodiversity.** New York, Chapman and Hall, p. 83-92.

GOERL, R.F.; KOBAYAMA, M.; SANTOS, I. Hidrogeomorfologia: princípios, conceitos, processos e aplicações. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n.2, p.103-111, abr./jun. 2012.

GUERRA, Franciele Caroline. **As Áreas de riscos hidrológicos no município de Ourinhos/SP.** 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/155756>. Acesso em: 28 Mar. 2023.

LIMBERGER, Leila. Abordagem sistêmica e complexidade na geografia. **Geografia**, v. 15, n. 2, p. 95-109, 2006.

MATOS, D.A.; TORRES, A.P., Análise sistêmica da sub-bacia do Riacho do Ipiranga-Presidente Tancredo Neves-Bahia. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, 2018.

MARQUES NETO, Roberto. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. **Geografia (Londrina)**, v. 17, n. 2, p. 67-86, 2008.

OTTO, Camylla Silva; DE MORAIS, Eliana Marta Barbosa. Reflexões sobre a análise sistêmica na geografia tendo o tema água como referência. **Para Onde!?**, v. 12, n. 2, p. 271-280, 2019.

PEREZ FILHO, Archimedes; SEABRA, Felipe Barozzi. Análise Sistêmica Aplicada ao Estudo da Fragilidade de Terras do Cerrado Paulista. 2004.

PEDROSA, António de Sousa. A geomorfologia perante a ciência geográfica: algumas reflexões. **Sociedade & Natureza**, v. 26, p. 409-417, 2014.

RAMOS, Catarina. Programa de hidrogeografia. **Atmosfera**, v. 12, p. 0,001, 2005.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches; DEL PRETTE, Marcos Estevan. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. **Revista do departamento de geografia**, v. 12, p. 89-121, 1998.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do departamento de geografia**, v. 8, p. 63-74, 1994.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE/SUPREN. p. 91.1977.

TUCCI, C.E.M. Hidrologia: Ciência e Aplicação. In: C. Tucci (org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Edit. Universidade, Cap.1, p.25-34. 1993.

Artigo recebido em 13-03-2023

Artigo aceito para publicação em 22-02-2024