

---

# **PADRÃO DE DRENAGEM, UM RESGATE CONCEITUAL COMO SUBSÍDIO À CLASSIFICAÇÃO DA BACIA DO RIO PREGUIÇAS – MA<sup>1</sup>**

**DRAINAGE PATTERN, A CONCEPTUAL RESCUE AS A SUBSIDY FOR  
PREGUIÇA RIVER BASIN CLASSIFICATION - MA**

**PATRÓN DE DRENAJE, UN RESCATE CONCEPTUAL COMO SUBSIDIO A LA  
CLASIFICACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO PREGUIÇAS - MA**

Veruska Costa de Jesus<sup>2</sup>

Helen Nébias Barreto<sup>3</sup>

---

**RESUMO:** O objetivo deste artigo é resgatar os conceitos e classificações conhecidas acerca do tema de padrões de drenagem, bem como entender quais métodos e critérios são utilizados neste tipo de estudo. A metodologia é composta por uma revisão bibliográfica, baseando-se principalmente nos autores precursores contidos nos trabalhos de: Zernitz (1932); Parvis (1950) e Howard (1967). Este arcabouço teórico foi utilizado para dar suporte à dissertação de mestrado intitulada: Padrões de drenagem, uma análise no contexto de bacias hidrográficas na região dos Lençóis Maranhenses: bacia do rio Preguiças – MA. Desta forma, a base teórica foi desenvolvida para auxiliar a interpretação e classificação do padrão de drenagem desta bacia, localizada na região singular dos Lençóis Maranhenses, onde a herança geológica e os processos atuais da região deixaram na superfície um conjunto peculiar de formas fluviais. Portanto, a necessidade de revisão dos conceitos e classificações existentes acerca deste tema se torna crucial.

**Palavras-chave:** Padrão de drenagem. Classificação. Revisão de conceitos.

**ABSTRACT:** The purpose of this article is to gather the known concepts and classifications about drainage patterns topics as well as to understand which methods and criteria are used in this type of study. The methodology consists of a bibliographic review, based mainly on the precursor authors cited in the works of: Zernitz (1932); Parvis (1950) and Howard (1967). This theoretical framework was used to support the master's dissertation entitled: Drainage patterns, an analysis in the context of hydrographic basins in the Lençóis Maranhenses

---

1 Agradecimento à FAPEMA pelo financiamento via bolsa de pesquisa.

2 Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Maranhão. E-mail: veruska\_geo@yahoo.com.br.

3 Prof<sup>a</sup>. Dra. do Departamento de Geociências da Universidade Federal do Maranhão. E-mail: helennebias@yahoo.com.br.

Artigo recebido em abril de 2021 e aceito para publicação em agosto de 2021.

region: Preguiças river basin - MA. In this way, the theoretical basis was developed to assist the interpretation and classification of the drainage pattern of this basin, located in the unique region of Lençóis Maranhenses where the geological heritage and the current processes of the region left a peculiar set of river forms on the surface, and as of that, the need to review the existing concepts and classifications on this topic becomes crucial.

**Keywords:** Drainage pattern. Classification. Review of concepts.

**RESUMEN:** El propósito de este artículo es rescatar los conceptos y clasificaciones conocidos sobre el tema de los patrones de drenaje, así como comprender qué métodos y criterios se utilizan en este tipo de estudios. La metodología consiste en una revisión bibliográfica, basada principalmente en los autores precursores contenidos en las obras de: Zernitz (1932); Parvis (1950) y Howard (1967). Este marco teórico sirvió de apoyo a la tesis de maestría titulada: Patrones de drenaje, un análisis en el contexto de las cuencas hidrográficas de la región de Lençóis Maranhenses: Cuenca del río Preguiças - MA. De esta manera, se desarrolló la base teórica para ayudar a la interpretación y clasificación del patrón de drenaje de esta cuenca, ubicada en la singular región de Lençóis Maranhenses, donde el patrimonio geológico y los procesos actuales de la región dejaron un peculiar conjunto de formas fluviales en la superficie, es decir, la necesidad de revisar los conceptos y clasificaciones existentes sobre este tema se vuelve crucial.

**Palabras clave:** Patrón de drenaje. Clasificación. Revisión de conceptos.

## INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas constituem um dos mais complexos sistemas que são encontrados na paisagem. Em termos geomorfológicos, uma bacia hidrográfica pode ser conceituada como um conjunto de canais interligados que formam uma bacia de escoamento ou rede de drenagem. Em ambientes tropicais os rios são os principais agentes de esculturação da superfície terrestre (CHRISTOFOLETTI, 1980). O trabalho que estes fazem em transportar água e sedimentos para as zonas mais baixas do relevo, deixam na superfície da Terra uma variedade de formas que se traduzem em vales com tamanhos e configurações diversas. A peculiaridade e diversidade de formas observadas em canais fluviais isolados ou em conjunto, tem sido objeto de investigação por pesquisadores ao longo do tempo (DANA, 1850), (POWEL, 1875), (ZERNITZ, 1932), (PARVIS, 1950), (SCHUMM, 1963), (HOWARD, 1967), (CHRISTOFOLETTI, 1980, 1981, 1999), (SILVA, 2012), (ZANG; GILBERT, 2012, 2013, 2016).

Contudo, a compreensão dos fatos da natureza não ocorre de maneira óbvia. Uma das formas que pesquisadores de distintas áreas tem usado, para sistematizar e divulgar o conhecimento científico é através de classificações e padronizações. Quando algo é observado na natureza, busca-se maneiras de entender os fatores que a provocam, as forças que a regem e as características que a identificam. Quando um fenômeno ou objeto possui qualidades ou propriedades em comum, uma classe é criada, a fim de melhorar a comunicação entre diferentes profissionais especialmente em meios interdisciplinares dos fatos da natureza (SILVA, 2012).

O objetivo deste artigo é discutir o tema de padrão de drenagem, com intuito de recordar os conceitos, as classes existentes, e sobretudo entender quais métodos e critérios são utilizados neste tipo de estudo. A metodologia é composta por uma revisão

bibliográfica no contexto histórico do tema, baseando-se principalmente nos autores precursores reunidos nos trabalhos de Zernitz (1932); Parvis (1950) e Howard (1967). Este arcabouço teórico foi utilizado para dar suporte à dissertação de mestrado intitulada: Padrões de drenagem, uma análise no contexto de bacias hidrográficas na região dos Lençóis Maranhenses: bacia do rio Preguiças – MA. Desta maneira, a base teórica-conceitual foi desenvolvida para auxiliar a interpretação e classificação do padrão de drenagem desta bacia. A discussão que se segue está dividida em quatro partes: a concepção de padrão como classificação fluvial; conceito e classificação de padrão de canal; conceito e classificação do padrão de drenagem e; considerações finais.

## **A CONCEPÇÃO DE PADRÃO COMO CLASSIFICAÇÃO FLUVIAL**

De acordo com Dicionário Online de Português (PADRÃO, 2020), um padrão é um preceito determinado e aprovado consensualmente pela maioria, ou por uma autoridade, que é usado como base para se estabelecer uma comparação. Dentro do universo geográfico, um padrão pode ser conceituado como um conjunto de características onde é possível se estabelecer comparação entre dois ou mais objetos ou, entidades da natureza. Por exemplo, diferentes rios que possuem canais que formam curvas sinuosas são classificados como “padrão de canal meandrante”.

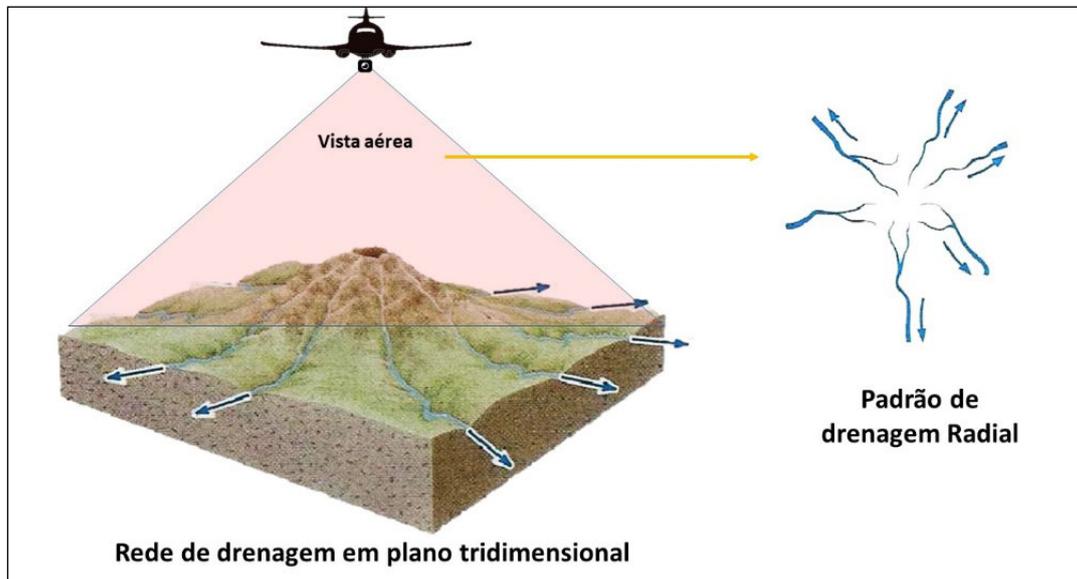
Desde os primórdios dos estudos que envolvem rios e bacias hidrográficas, os pesquisadores utilizam algum tipo de classificação para qualificar ou descrever o seu objeto de estudo. Estas classificações seguem algum tipo de critério principal, dentre as mais usadas estão: escoamento global – exorreica, endorreica, arreica e criptorreicas; classificação dos canais quanto à posição na estrutura geológica – consequentes, subsequentes, ressequentes, obssequentes e insequentes; a forma do vale – U e V; dentre outros. Neste sentido, a distinção fluvial em “padrão” é uma das classificações que também possui critérios específicos.

Dentre as primeiras classificações que envolvem rios e redes de drenagem, destacam-se os trabalhos de Dana (1850), Powel (1875) e Davis (1899) que propuseram as primeiras classificações de canais fluviais, considerando a diferenciação entre rios de montanhas e rios de planícies. Já no século XX, surgiu a primeira classificação em padrões de drenagem com Zernitz (1932), e deste período em diante, vários outros como Parvis (1950), Howard (1967), Schumm (1963), Mejia e Niemann (2008), os quais propuseram outras abordagens de classificação morfológica para padronização da rede drenagem.

Os estudos relacionados com o padrão de canal procuram discernir os tipos de arranjos espaciais que o leito apresenta ao longo do rio (CHRISTOFOLETTI, 1981), enquanto o padrão de drenagem é uma classificação qualitativa do arranjo dos rios numa determinada área. As classes de canais e da rede de drenagem possuem formas diferentes, o que pode ser reflexo do componente geológico-estrutural ou da história geomorfológica da bacia. Tanto a forma do canal fluvial, quanto o arranjo dos canais em uma área, são mecanismos de ajuste entre as variáveis implicadas neste sistema geomorfológico que é a bacia hidrográfica (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

Dentre as várias classificações descritas pela geomorfologia fluvial, a classificação dos rios em padrões se diferencia das demais pois, considera a forma (arranjo ou *design*) da drenagem vista em plano, ou seja, vista de cima. Consequentemente, esta classificação desconsidera outras formas inerentes aos rios, como por exemplo, a forma do vale.

Embora os canais e a rede de drenagem façam parte de um conjunto tridimensional – relevo e vales de escoamento – o padrão de drenagem, assim como o padrão de canal é revelado em plano bidimensional como mostra Figura 1.



Fonte: Autoras (2020).

**Figura 1.** Esquema da visualização de um padrão de drenagem.

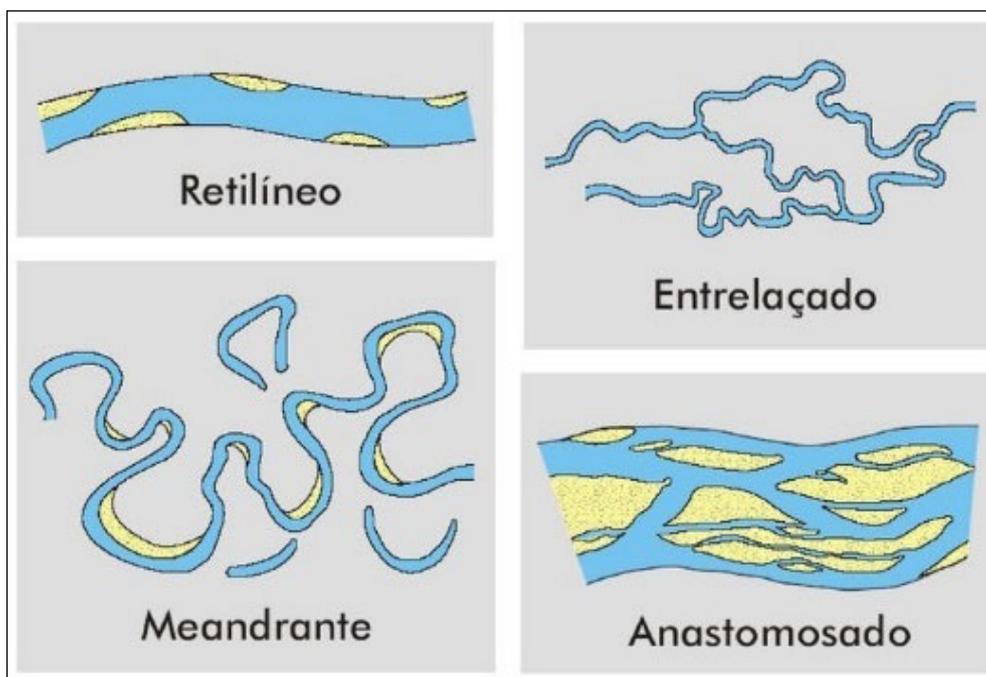
É importante salientar que as propostas de padrões fluviais ao longo do tempo tiveram um ou vários critérios para classificação, e que estas por vezes tiveram a limitação tecnológica de sua época. Atualmente, embora se busque métodos quantitativos para embasar propostas de classificação, as categorias e padrões existentes são classificações qualitativas e diferem entre pesquisadores.

Antes do conceito e classes de padrão de drenagem ser introduzido, será discutido brevemente as classes de padrão de canal, a título de esclarecimento e diferenciação das duas classificações, pois, ambas estão associadas, mas, representam classificações distintas.

## CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO DO PADRÃO DE CANAL

Um padrão de canal é o arranjo espacial que o leito apresenta ao longo do rio (CHRISTOFOLETTI, 1980). Esta classificação morfológica é fundamentada na caracterização de determinado trecho de rio, pois um único rio pode diferir em vários padrões de acordo com a área da bacia em que este trecho esteja situado. Sua análise é realizada principalmente utilizando variáveis como: forma, materiais, hidrologia e processos hidrogeomorfológicos (SILVA, 2012).

De acordo com Teixeira et al. (2009), os principais padrões de canais conhecidos representam quatro classes (Figura 2) que foram definidas com base em parâmetros como: índice de sinuosidade, grau de entrelaçamento e relação entre largura e profundidade. Embora não seja foco deste artigo o estudo desta classificação, o entendimento destes é de suma importância, pois, um dos critérios para a caracterização e classificação de padrões de drenagem utiliza a forma do canal como um indicador de determinados tipos de padrão de drenagem.



Fonte: Adaptado de Miall (1977) apud Teixeira *et al.* (2009).

**Figura 2.** Classes de padrão de canal.

**Retilíneo:** Estes canais são caracterizados pela presença de um canal único, bem definido e com baixa sinuosidade – inferior a 1,5. Não são canais muito comuns na natureza, pois estão associados a condições específicas, como: ser controlados por falhas e fraturas, e/ou se desenvolverem em leitos rochosos homogêneos que oferecem a mesma resistência à água (CHRISTOFOLETTI, 1980; TORRES *et al.*, 2012).

**Meadrante:** Estes canais são caracterizados por possuir alta sinuosidade, que são formadas a partir da erosão progressiva das margens côncavas e a deposição nos leitos convexos, conseqüentemente formando os chamados meandros que são as curvas acentuadas de um rio. Estes rios ocorrem em regiões de clima úmido e cobertos por mata ciliar. Com a evolução dos processos de erosão e deposição, maior se acentua a curva do meandro, o que acaba por fazer com que ele se feche e ocorra a separação do restante do canal fluvial, formando o que é chamado de ‘meandro abandonado’ (CHRISTOFOLETTI, 1980).

**Entrelaçado:** Estes canais são aqueles caracterizados por múltiplos canais separados por barras e/ou ilhas. As principais condicionantes para formação deste tipo de padrão são: carga de fundo abundante, margens erosivas, vazões com alta variação e alta declividade do vale. O aspecto característico dos canais entrelaçados é a divisão e união de canais de forma repetida, associados à divergência e convergência do fluxo, o que contribui para uma elevada atividade fluvial em relação a outros tipos de rios (KNIGHTON, 1998).

**Anastomosado:** Os rios anastomosados são caracterizados pela presença de dois ou mais canais estáveis que se encontram em regiões de subsidência. Sua formação está altamente relacionada com a carga sedimentar do leito. Eles possuem baixa energia, estão interconectados, se desenvolvem em áreas úmidas e alagadas, formando várias ilhas alongadas recobertas por vegetação (CHRISTOFOLETTI, 1980). Os canais anastomosados podem ser considerados uma forma transicional entre o canal meândrico e o canal entrelaçado (SILVA, 2012).

## CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO DO PADRÃO DE DRENAGEM

De acordo com Christofolletti (1980), os padrões de drenagem referem-se ao arranjo espacial do conjunto de canais que formam uma rede numa determinada área. E esta configuração, normalmente é a resposta do ajuste do sistema fluvial a uma ou várias características intrínsecas do ambiente de formação. Esta configuração, que a literatura geomorfológica denomina de padrão de drenagem, é o resultado de forças internas e externas à crosta, em que vários fatores em conjunto vão interagir, como: linhas de falhas, substrato litológico, clima, relevo, dentre outros. Em outras palavras, vários fatores contribuem na formação do que é chamado de padrão de drenagem.

Os padrões de drenagem se formam a partir de um conjunto de canais organizados num arranjo determinado por diferentes tipos de vertentes e desigualdades na resistência da superfície da rocha. Consequentemente, os padrões de drenagem podem refletir a estrutura original e/ou episódios sucessivos de modificação que a superfície sofreu, incluindo elevações, depressões, inclinações, deformações, dobramentos, falhamentos, dentre outros, bem como deposição pelo mar, glaciares, vulcões, ventos e rios. Um único padrão de drenagem pode ser o resultado de um ou o conjunto destes fatores (ZERNITZ, 1932).

Esta concepção de que os rios se arranjam de forma diversificada na paisagem surgiu no século XIX com as primeiras diferenciações entre rios de planície e rios de montanha. Essa classificação foi proposta tendo como base a geometria da rede de canais analisada em mapas. À medida em que as tecnologias para pesquisas aprimoravam-se, novas propostas foram desenvolvidas.

Dentre os vários fatores considerados para classificação dos padrões de drenagem, destaca-se a geometria do arranjo dos canais, pois, o padrão de drenagem é um arranjo ou composição que sugere ou revela um *design* (PARVIS, 1950). Contudo, outros critérios também foram adotados como a forma, a textura, a inclinação e a estrutura. Os conceitos e características das classes de padrões foram idealizados e discutidos durante o século passado e não sofreram modificações significativas por pesquisadores mais contemporâneos. Porém, na natureza é encontrado uma grande diversidade de feições fluviais, e possivelmente ainda há exemplos de padrões que ainda não foram estudados ou catalogados.

Howard (1967) observou que os padrões de drenagem geralmente são subdivididos em básico e básico-modificado. Um padrão básico é aquele, cujas características principais o distingue facilmente de outros padrões básicos. Já os padrões modificados diferem dos básicos em algum aspecto regional que seja evidente, como, por exemplo, uma tendência ao paralelismo dos tributários maiores em um padrão dendrítico. Deste modo, muitos padrões modificados têm caráter transitório entre os padrões básicos, e a nomeação desses padrões pode ser uma questão de julgamento de cada autor. A seguir é apresentada uma síntese dos padrões básicos e modificados mais conhecidos na literatura.

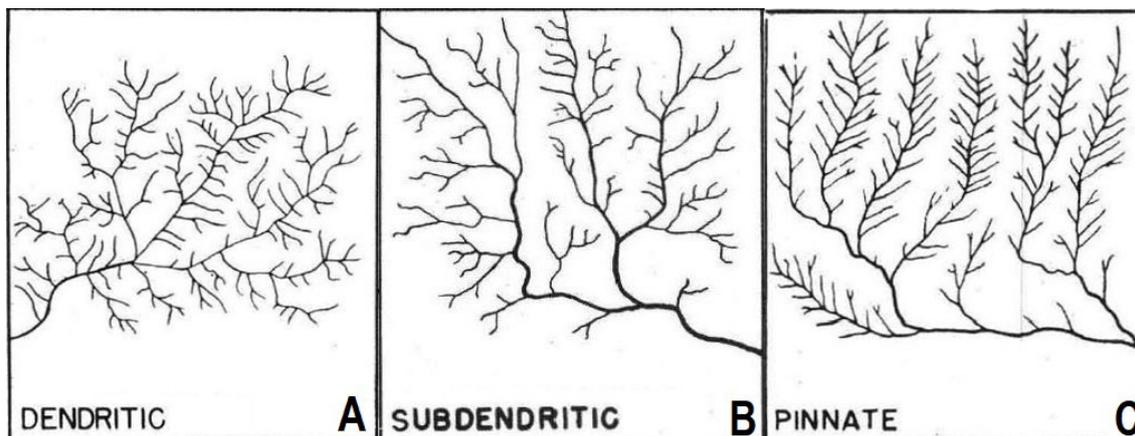
**Dendrítico:** Este padrão é chamado de ‘dendrítico’ porque ele se ramifica como uma árvore (Figura 3-A). Nesta analogia, o canal principal corresponde ao tronco da árvore e seus tributários se assemelham aos ramos irregulares da árvore (SMITH, 1943 *apud* PARVIS, 1950). Os ramos representam os canais que fluem em direção ao rio principal, e as confluências encontram-se com os canais maiores em vários ângulos agudos de gradações variadas, porém nunca formando um ângulo reto. Contudo, isso não significa que o termo ‘dendrítico’ possa ser aplicado a qualquer sistema de drenagem (ZERNITZ, 1932).

Muito antes do termo em si entrar em uso, o conceito já era compreendido por autores como: Bailey Willis (1895) *apud* Parvis (1950), o qual ao discutir os padrões de drenagem nos Apalaches (Estados Unidos), se referiu à drenagem dendrítica como córregos que fluem diversamente sobre rochas e se encontram em leitos horizontais; Davis (1896) *apud* Parvis (1950) chamou de fluxos errantes que se desenvolvem em regiões de estrutura essencialmente horizontal onde, nenhum arranjo sistemático de drenagem pode ser esperado e; Hobbs entre 1899 e 1900 *apud* Parvis (1950), em vez de usar o termo ‘dendrítico’, fala de ‘semelhantes a galhos’ que normalmente são produzidos em rochas homogêneas.

Normalmente o padrão dendrítico é formado por canais insequentes, ou seja, não há proeminência de controle estrutural e os canais não obedecem a direção da inclinação das camadas da rocha. A drenagem dendrítica se desenvolverá onde as rochas oferecem resistência uniforme em uma direção horizontal, como por exemplo, em rochas sedimentares de resistência homogênea, ou em rochas que sofreram metamorfismo intenso, pois as diferenças originais na dureza da rocha tendem a ser eliminadas pela ação metamórfica.

Este padrão de drenagem é o mais comum encontrado na paisagem. Contudo, variações em critérios como controle por inclinação e evidências de paralelismo em alguns tributários levaram a subclasses deste tipo básico, como subdendrítico e o pinado. **Subdendrítico:** O padrão de drenagem subdendrítico (Figura 3-B) é uma modificação do tipo dendrítico. Este tipo se forma em decorrência de uma região em que os canais já foram muito controlados pela inclinação, porém, à medida que a dissecação avançou, o controle da inclinação dos tributários menores torna-se menos pronunciado e a drenagem tende a um padrão dendrítico. Contudo, a origem consequente dos principais cursos d’água continua a se manifestar, e independente disto, assemelha-se muito ao padrão do tipo dendrítico (ZERNITZ, 1932). É o resultado de canais que fluem de uma área de material não resistente para outra área de baixo controle estrutural.

**Pinado:** O padrão de drenagem pinado (Figura 3-C) é uma modificação do tipo dendrítico. Os tributários de segunda ordem são dispostos de maneira mais ou menos paralela (paralelismo indica uma inclinação quase uniforme). Os tributários de primeira ordem, com espaçamento uniforme juntam-se aos tributários de segunda ordem em ângulos agudos (quase ângulos retos), muito parecidos com uma pena – daí o nome “pinado” (ZERNITZ, 1932).



Fonte: Recortado de Parvis (1950).

**Figura 3.** Ilustração dos padrões dendrítico (A), subdendrítico (B) e pinado (C).

**Treliça:** A característica essencial da drenagem de treliça (Figura 4-A) é a presença de tributários secundários paralelos à corrente principal ou outra corrente na qual os tributários primários entram. Esses tributários secundários geralmente são alongados e aproximam-se perpendicularmente às correntes nas quais fluem (ZERNITZ, 1932).

O termo “treliça” passou a ser usado para descrever uma drenagem quando Bailey Willis (1895) *apud* Zernitz (1932), descreveu a drenagem nos Apalaches e se referiu a ela como sistema de treliça ou vinha. O autor comparou a drenagem dos Apalaches ao sistema de videira, que é uma técnica de cultivo cujos galhos centrais do tronco são treinados em uma treliça. Às vezes chamando de treliça ou sistema de videira o efeito que os tributários secundários paralelos alongados produzem.

Este tipo de drenagem é caracterizado por possuir confluências que se unem em ângulos retos. O controle estrutural sobre esse padrão de drenagem destaca-se devido à resistência desigual das camadas inclinadas, aflorando em faixas estreitas e paralelas e; ao entalhe dos tributários sobre as rochas mais frágeis, promovendo a formação de cristas com camadas mais resistentes. Os padrões de treliça se desenvolvem em rochas dobradas ou inclinadas, onde há uma série de falhas paralelas.

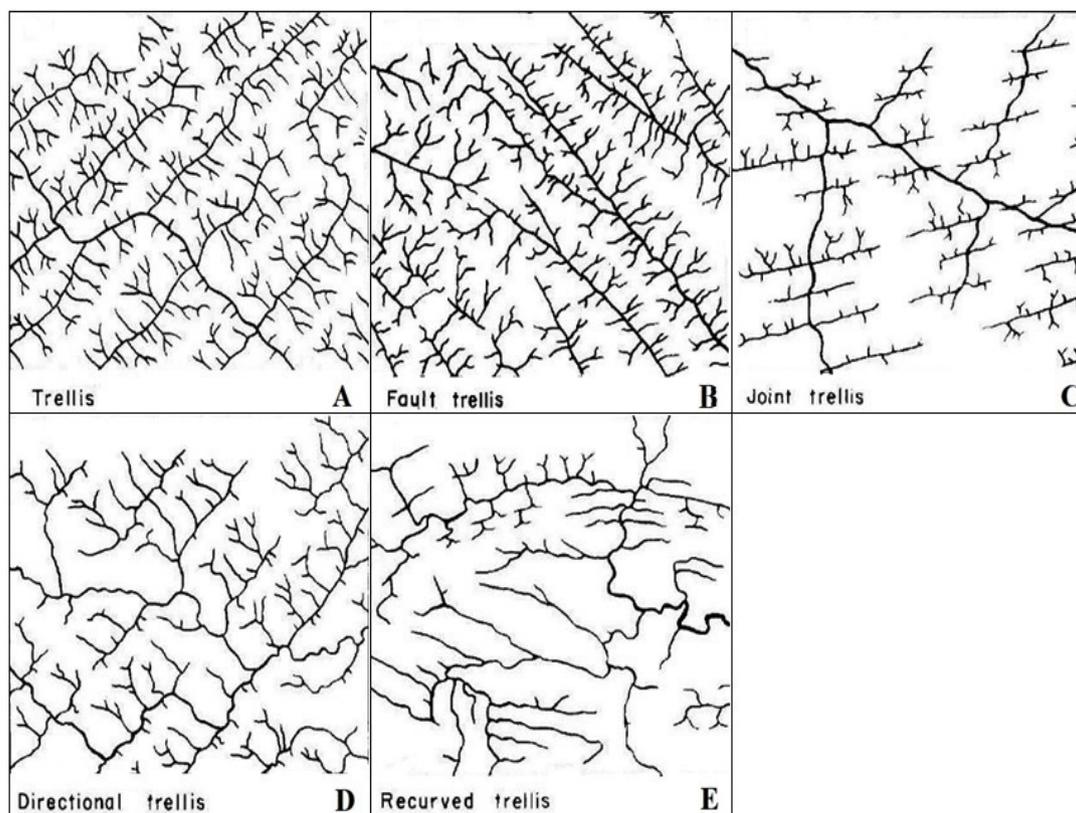
Howard (1967) introduziu alguns padrões modificados do padrão treliça – com exceção apenas do tipo treliça de falha, que foi descrito por Dake e Brown (1925) e classificado como padrão por Zernitz (1932) – todos são descritos a seguir:

**Treliça de falha:** Esse padrão foi descrito por Dake e Brown (1925) *apud* Zernitz (1932) em áreas com alternância de *grabens* e *horsts* ou uma sucessão de fendas paralelas (Figura 4-B). É descrito como menos espaçado do que o padrão de treliça nos estratos inclinados ou dobrado, e com tendência à drenagem dendrítica entre as falhas. As curvas em ângulo reto também são menos comuns.

**Treliça de Junta:** Outro padrão que envolve treliça de fratura é o treliça de junta, que é caracterizado por correntes paralelas curtas e notavelmente retas, onde pode ser chamado de treliça de junta ou articular (Figura 4-C), embora o fraturamento possa também incluir falhas.

**Treliça direcional:** Este termo é sugerido para uma modificação do padrão da treliça em que os afluentes das longas correntes subsequentes são consistentemente mais longos em um lado do vale do que no outro (Figura 4-D). O padrão é mais comumente encontrado em áreas de leitos homoclinais com imersão suave, mas também ocorre em encostas suaves com cumes de praia paralelos.

**Treliça recurvada:** Trata-se de uma modificação do padrão de treliça, no qual o padrão como um todo, forma curvas em torno das dobras (Figura 4-E). É mais ordenado e sistemático, e geralmente em escala maior do que o padrão contorcido no terreno metamórfico. A comparação dos comprimentos de pequenos tributários em lados opostos das correntes subsequentes curvas, particularmente nos cantos das dobras, geralmente permite a distinção entre anticlinais e sinclinais e a direção do fluxo dos tributários mais longos geralmente indica também a direção do mergulho.



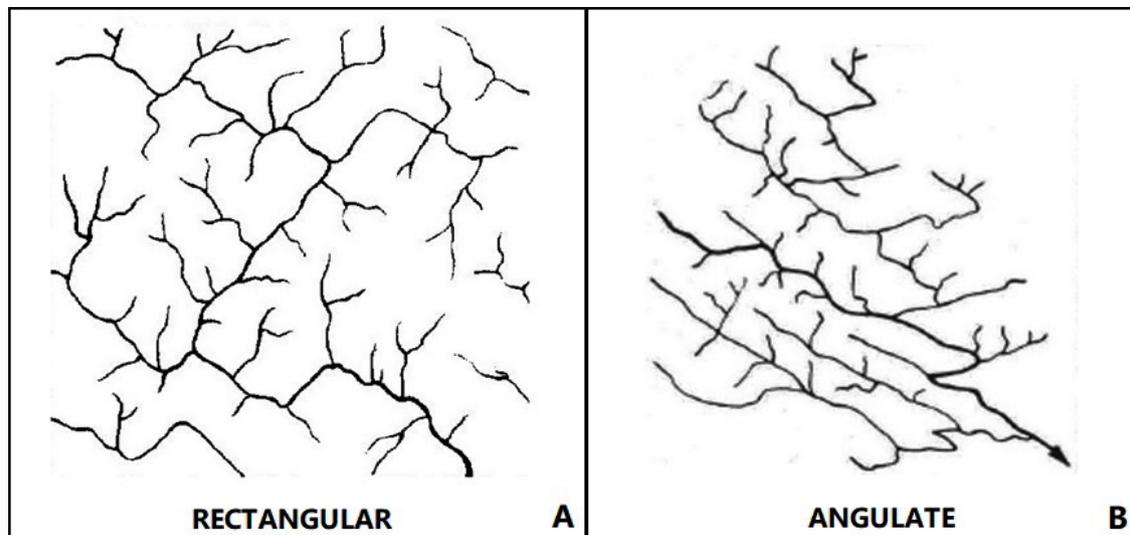
Fonte: Recortado de Howard (1967).

**Figura 4.** Ilustração do padrão treliça (A), treliça de falha (B), treliça de junta (C), treliça direcional (D) e treliça recurvada (E).

**Retangular:** O padrão retangular (Figura 5-A) é caracterizado por curvas abruptas em ângulo reto tanto na corrente principal quanto em seus tributários. Difere do padrão de treliça por ser mais irregular e não existe um paralelismo de correntes laterais como há no padrão treliça. O controle estrutural é proeminente, pois o padrão é diretamente condicionado pela influência exercida por falhas. Em determinadas ocasiões, a presença deste padrão está relacionada à composição diferente das camadas horizontais, ou homoclinais (ZERNITZ, 1932; PARVIS, 1950). Isso significa dizer que a formação deste padrão pode ser o resultado tanto da influência da estrutura – presença de falhas –, como da litologia, que pode conter camadas com diferentes resistências.

A classificação presente enfatiza tributários secundários alongados paralelos à corrente principal como fator determinante na diferenciação da drenagem treliça da retangular, na medida em que as junções retangulares se aplicam a ambos os padrões.

**Angular:** Nem todo padrão de drenagem influenciado por falhas são necessariamente retangulares. A Figura 5-B ilustra uma modificação do padrão retangular, onde existe paralelismo devido às falhas e articulações, porém as junções formam ângulos agudos ou obtusos e não ângulos retos. Zernitz (1932) explica que, classificar este tipo de drenagem como retangular seria um termo impróprio, mas é suficiente semelhante a este para justificar um nome um tanto parecido, portanto, o termo angular é sugerido. Parvis (1950) define o padrão angular nos mesmos termos de Zernitz (1932), porém a autora considera que este padrão se encaixa melhor como uma derivação do padrão treliça.



Fonte: A - recortado de Howard (1967); B - recortado de Parvis (1950).

**Figura 5.** Padrão retangular (A) e angular (B).

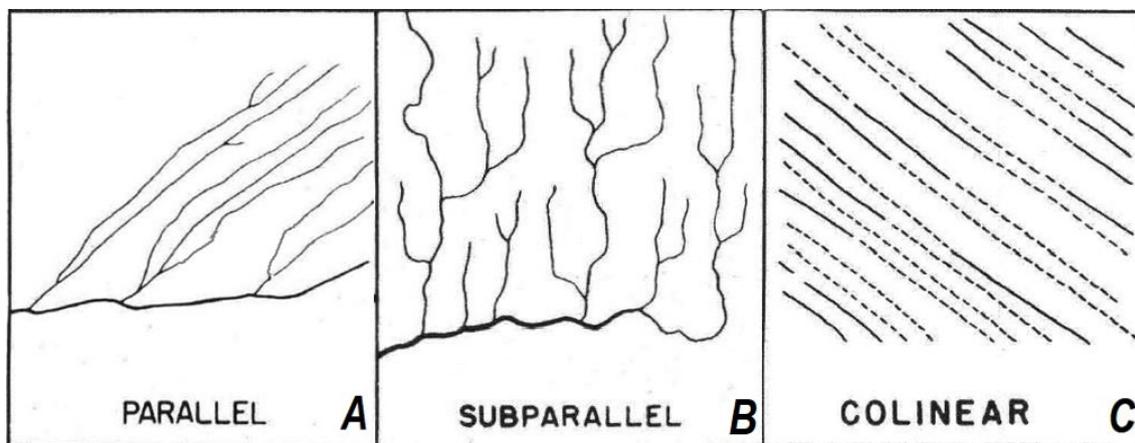
**Paralelo:** A drenagem paralela é caracterizada por cursos d'água que escoam quase paralelamente uns aos outros (Figura 6-A) sobre uma área considerável, ou em numerosos exemplos sucessivos. Normalmente a drenagem paralela ocorre onde há uma inclinação regional pronunciada, ou um controle de inclinação por características topográficas paralelas. É comum sua presença em áreas de falhas paralelas ou regiões com lineamentos topográficos paralelos (ZERNITZ, 1932).

Jaggar (1899) *apud* Zernitz (1932), em seus experimentos de drenagem, observou a importância da uniformidade da inclinação na produção do paralelismo, demonstrando que os tributários laterais têm uma tendência ao paralelismo e espaçamento rítmico de acordo com a inclinação geral.

Fluxos paralelos podem se desenvolver ao longo de falhas paralelas, ou em zonas dobradas que motivam a ocorrência de espaçamento regular, quase paralelo, dos canais fluviais (PARVIS, 1950). Dois tipos modificados do padrão paralelo foram caracterizados por Zernitz (1932):

**Subparalelo:** Este padrão de drenagem é caracterizado por possuir os fluxos orientados em uma direção semelhante, mas que não possui a regularidade do padrão paralelo, podendo ser designado como subparalelo (Figura 6-B).

**Colinear:** Já o padrão de drenagem colinear (Figura 6-C) é um sistema de fluxos intermitentes que fluem em linhas muito retas através de materiais porosos. Este tipo de drenagem foi identificado à oeste de Budapeste onde córregos fluem em linhas retas, desaparecem e emergem mais adiante na mesma linha reta. Esta é uma região arenosa, e a ação do vento forma sulcos no material facilmente deslocável. Esses sulcos direcionam os cursos d'água. A natureza permeável da areia faz com que os córregos desapareçam onde o lençol freático se torna baixo, e reaparecem onde atingem novamente a superfície (ZERNITZ, 1932).



Fonte: recortado de Parvis (1950).

Figura 6. Padrão paralelo (A), subparalelo (B) e colinear (C).

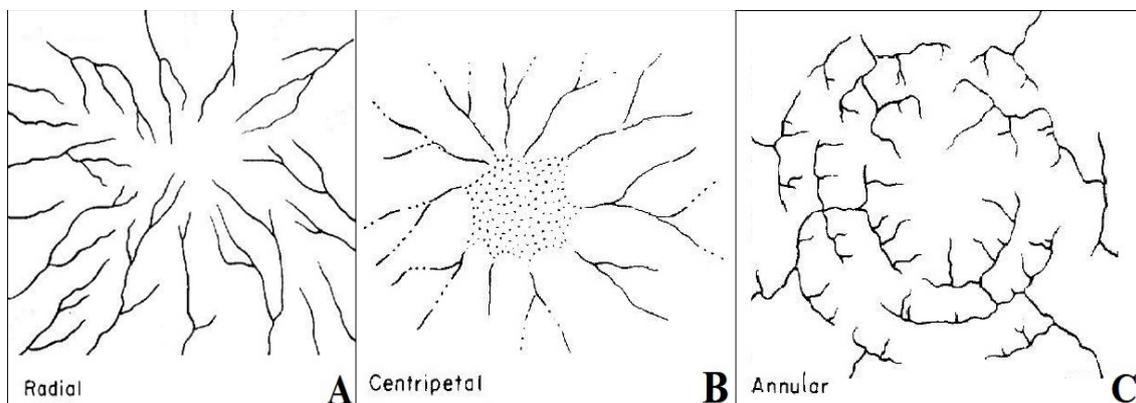
**Radial:** O padrão de drenagem radial (Figura 7-A) caracteriza-se por canais que se encontram organizados como os raios de uma roda. Diferente dos outros padrões básicos, este é um dos padrões que não ocorre em uma bacia hidrográfica apenas. São necessárias várias bacias, onde, suas cabeceiras encontram-se em uma área central e fluem assemelhando-se aos raios de uma roda (JAGGAR, 1901 *apud* ZERNITZ, 1932).

É um típico padrão de drenagem com canais consequentes normalmente encontrados em vulcões, persistindo em todas as etapas de sua história de vida. Os vulcões fornecem os exemplos mais perfeitos deste tipo de padrão de drenagem, devido à acentuada simetria da forma que normalmente os caracteriza e à natureza cônica de suas estruturas internas, sendo desenvolvido sobre os mais variados embasamentos e estruturas (HORTON, 1945).

**Centrípeto:** O tipo modificado do padrão radial é o centrípeto (Figura 7-B), que é caracterizado por fluxos que fluem para dentro em direção a uma depressão central fechada ou quase fechada. O padrão geralmente está associado às crateras, caldeiras e uma grande variedade de depressões (DAVIS, 1889 *apud* HOWARD, 1967). Como a drenagem radial, a drenagem centrípeta de crateras e caldeiras é consequente na origem (ZERNITZ, 1932).

**Anelar:** A drenagem anelar (Figura 7-C), como o nome indica, é semelhante a um anel. É um padrão de origem subsequente e associado a estruturas de cúpulas (SMITH, 1943 *apud* PARVIS, 1950). Durante o estágio inicial de dissecação de uma montanha, os fluxos são consequentes na origem e radiais no padrão. À medida que a erosão avança, camadas não resistentes são expostas ao longo das quais afluentes subsequentes se desenvolvem e tomam forma. À medida que crescem, atingem sucessivos fluxos que se estendem radialmente pelas encostas. Assim, os fluxos subsequentes desenvolvidos tendem a assumir um padrão circular ou anelar.

O padrão anelar, assim como o padrão de treliça, ilustram a influência da estrutura sobre o declive à medida que a drenagem se aproxima da maturidade. A inclinação controla os cursos iniciais dos fluxos, e na maturidade a estrutura e inclinação controlam os cursos ajustados. Os vales anelares esculpidos pelas correntes subsequentes serão separados um do outro por alargamentos e afloramentos dos estratos rochosos mais duros. O padrão anelar se desenvolve mais perfeitamente onde a erosão da cúpula expõe estratos sedimentares repletos de graus muito variados de dureza (ZERNITZ, 1932).

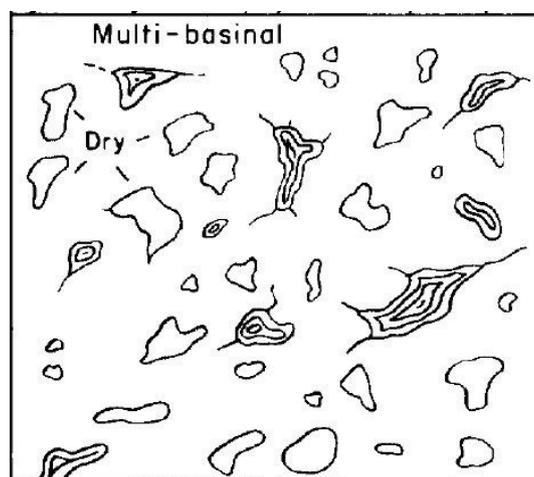


Fonte: Recortado de Howard (1967).

**Figura 7.** Padrões radial (A), centrípeto (B) e anelar (C).

Além dos seis padrões básicos amplamente reconhecidos na literatura e as respectivas modificações, outros padrões que ocorrem em condições geográficas mais específicas foram introduzidos ainda nas décadas de 50 e 60. Estes padrões representam uma variedade de situações na paisagem onde há circunstâncias em que a drenagem exibe uma diversidade de formas, e que são complexas demais para serem correlacionadas com os padrões tradicionais onde a drenagem esculpe a paisagem de forma acanalada. Dentre eles, destacam-se:

**Multi-basal:** O padrão multi-basal (Figura 8) ocorre principalmente em áreas de erosão e deposição glacial, erosão e deposição eólica, derretimento e congelamento, assim como em regiões de atividade vulcânica recente e em áreas de deslizamento de terra. Existem muitas modificações no padrão, mesmo tratando-se de uma mesma região. Como exemplo, em áreas glaciares, a maioria das depressões pode ser pequenas ou grandes, amplamente espaçadas ou dispersas, e a drenagem pode exibir variadas formas de integração. Diversos termos têm sido sugeridos que se encaixam como variedades do padrão multi-basal: glacialmente perturbado, desarranjado, buraco de chaleira, buraco de andorinha, carste e outros. Se houver dúvida quanto à gênese, o padrão é melhor referido simplesmente como multi-basal (HOWARD, 1967).



Fonte: Recortado de Howard, (1967).

**Figura 8.** Padrão multi-basal.

**Buraco de andorinha ou carste:** Esta drenagem pode ocorrer nas áreas horizontais de calcário e é considerada superficial e subterrânea. Nela, há predominância de buracos, e pequenos riachos que são engolidos nestes buracos e continuam sob o solo como riachos subterrâneos. Se os canais subterrâneos desmoronarem e forem preenchidos de sedimentos, podem formar lagoas. Esse padrão de buraco de andorinha (Figura 9-A) é comum em regiões de estratos maciços de calcário. O padrão de uma região cárstica jovem pode ser chamado apropriadamente de ‘ponto’. Nas regiões de calcário maduras, os buracos e os vales da dissolução formam padrões de drenagem não sistemáticos, pois a drenagem da superfície é interrompida pelo desaparecimento das correntes sob o solo (LONGWELL, 1944 *apud* PARVIS, 1950).

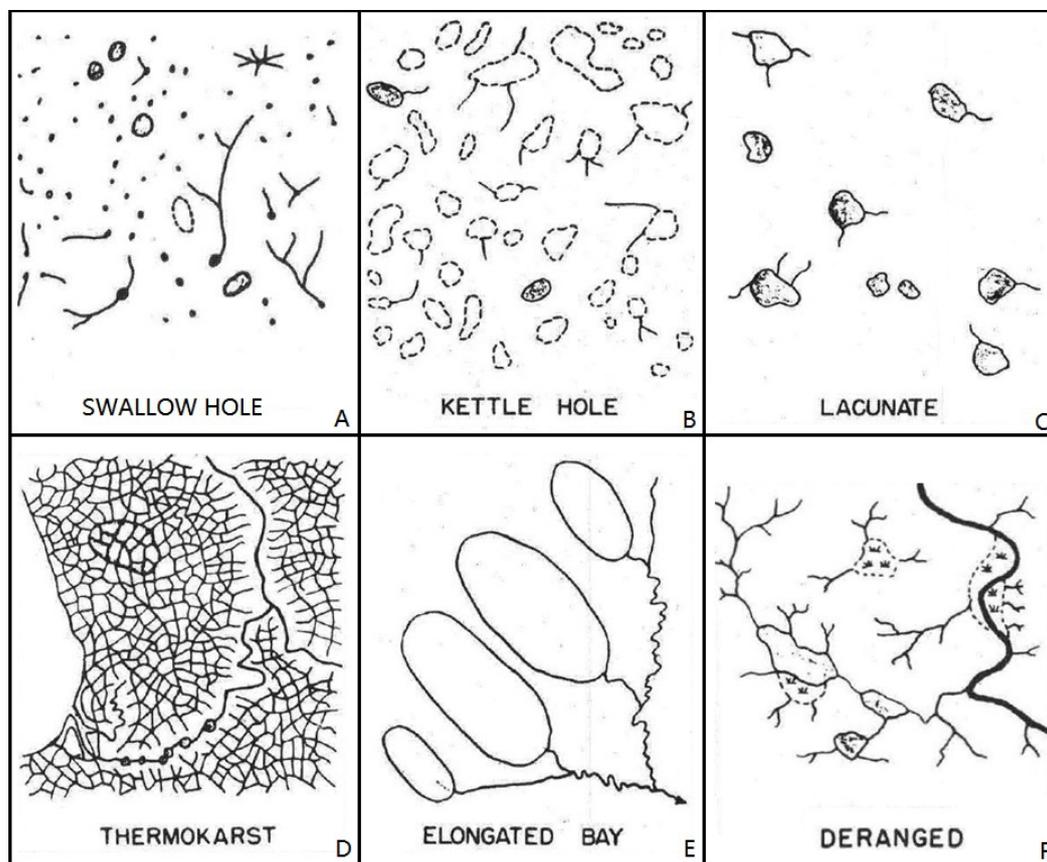
**Buraco de chaleira:** O padrão de drenagem do tipo buraco de chaleira (Figura 9-B) caracteriza-se por depressões espaçadas aleatoriamente, como uma bacia cheia de água ocasionalmente. Como o padrão lagunado, é do tipo bacia fechada, mas ocorre onde há substrato poroso. É o padrão encontrado em morainas granulares e planícies. Os sistemas tributários individuais podem ser dendríticos.

**Lagunado:** O padrão de drenagem do tipo lagunado (Figura 9-C) é formado por pequenos “lagos” espaçados aleatoriamente sobre uma área. É encontrado onde existe um substrato impermeável. Esse padrão é um tipo de bacia fechada e ocorre em áreas onde o ciclo de erosão é muito jovem (ATWOOD, 1940 *apud* PARVIS, 1950).

**Termokarst:** O padrão de drenagem *termokarst* (Figura 9-D) é aquele produzido pelo degelo da superfície do *permafrost* (WALLACE, 1946 *apud* PARVIS, 1950). É formado por lagos desmoronados que eventualmente se juntam por córregos, tomando um aspecto de solo poligonal e drenagem frisada. O padrão de concatenação dos lagos ‘botões’ é uma característica singular. Geralmente, o padrão *termokarst* é encontrado em áreas de sedimentos aluviais de grão fino (FROST, 1949 *apud* PARVIS, 1950).

**Baía alongada:** O padrão de drenagem do tipo baía alongada (Figura 9-E) é peculiar em áreas planas ou deltas costeiras. As fileiras das baías seguem os baixos vales das praias antigas. Isso indica que eles foram formados em sedimentos com granulação fina. O padrão é encontrado em algumas áreas da planície costeira e de delta. As formas elípticas e alongadas têm sido atribuídas ao impacto de meteoritos, a processos de solução, segmentação de lagoas em áreas mais altas do mar e ao degelo de áreas anteriormente congeladas (PARVIS, 1950).

**Desarranjado:** O tipo de padrão de drenagem desarranjado ou desordenado (Figura 9-F) foi aplicado à drenagem de regiões cobertas por deriva. Foi assim denominado por causa das grandes irregularidades do padrão e da mistura confusa de lagos, pântanos e vales abertos (ENGELN, 1942 *apud* PARVIS, 1950). A água do escoamento se acumula nos lagos, pântanos e córregos, e vagam sem rumo pela paisagem. Os inúmeros lagos e pântanos retratam o caráter não desenvolvido da drenagem. Os termos “errático” e “aleatório” também podem ser aplicados a esse padrão (HOBBS, 1935 *apud* PARVIS, 1950).



Fonte: Recortado de Parvis (1950).

**Figura 9.** Padrões buraco de andorinha (A), buraco de chaleira (B), Lagunado (C), *thermokarst* (D), baía alongada (E) e desarranjado (F).

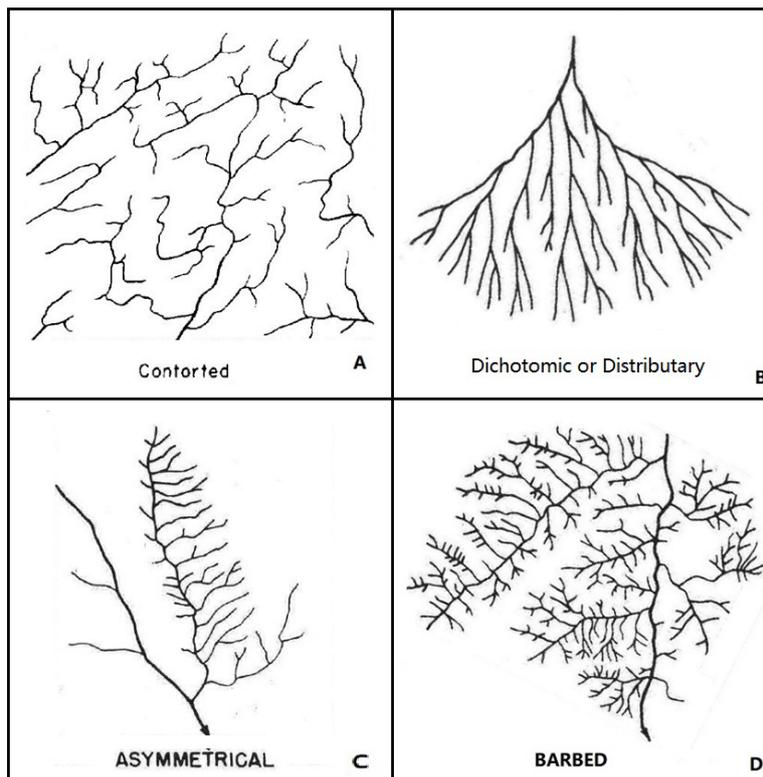
**Contorcido:** O tipo de padrão de drenagem contorcido (Figura 10-A) é uma resposta à estrutura da rocha (ENGELN, 1942 *apud* PARVIS, 1950). Os fluxos que fluem em uma direção podem ser completamente revertidos quando encontram rochas resistentes de barreiras granulares. Por vezes, esse padrão se forma em rochas metamórficas contorcidas e de camadas grosseiras. Diques, veios e faixas magmatizadas fornecem as camadas resistentes em algumas áreas. O padrão difere da treliça recurvada devido à falta de ordem regional em escala geralmente menor (HOWARD, 1967).

**Ditocômico (PARVIS, 1950) ou Distribuidor (HOWARD, 1967):** Esse é o padrão de ramificação encontrado nos leques e deltas aluviais (Figura 10-B). Assemelha-se ao padrão dendrítico, exceto que os tributários divergem em vez de convergir para o riacho principal. Os galhos finais são chamados *anabranches* que se perdem no vale. Além disso, esse padrão pode ser aplicado ao arranjo dos riachos no delta do rio tipo ‘pé de pássaro’ (FINCH; TREWARTHA, 1942 *apud* PAVIS, 1950).

**Assimétrico:** Um padrão de drenagem assimétrico (Figura 10-C) tem mais afluentes no lado de cima de uma corrente do tronco do que no lado de baixo. Esse tipo é comumente encontrado em territórios montanhosos (HORTON, 1945). É geralmente em forma de ‘pectinado’ como um pente.

**Farpado:** O padrão de drenagem farpado (Figura 10-D) é um tipo de padrão de drenagem resultante do desvio errático no fluxo. Os tributários ramificados formam ângulos obtusos

com as correntes do tronco, contudo a direção do ângulo é inversa ao fluxo principal. É um tipo de ‘drenagem reversa’ (PARVIS, 1950).



Fonte: A e B recortado de Howard (1967); C e D recortado de Parvis, (1950).

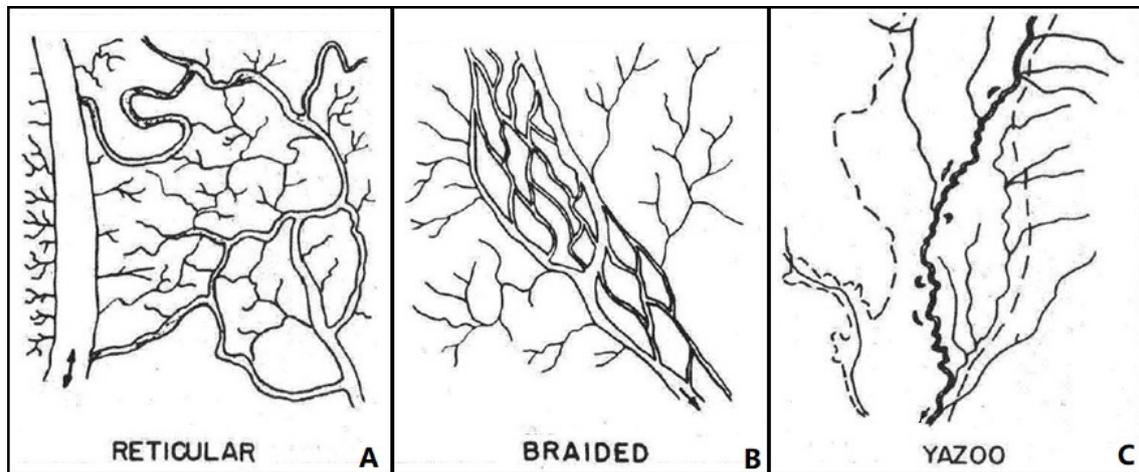
**Figura 10.** Padrões contorcido (A), distributário (B), assimétrico (C) e farpado (D).

Além dos padrões discutidos até aqui, outros padrões possuem características de padrão de canal, pois se desenvolvem exclusivamente na planície de inundação do rio principal. Contudo, são tratados pelos autores como padrão de drenagem. Os referidos padrões são descritos a seguir:

**Anastomótico (Zernitz, 1932) ou Reticular (Parvis, 1950):** O padrão de drenagem anastomótico (Figura 11-A) é caracterizado por uma rede de canais interligados na rede de drenagem em planície de inundação ou em regiões de delta. Os meandros do rio principal produzem barrancos, baías, lagos e canais interligados. É comum esse tipo de padrão em planícies costeiras jovens e muito planas, onde pode ocorrer uma rede de riachos, pântanos e lagos interligados. Zernitz (1932) considera este padrão como uma fase no desenvolvimento da drenagem dendrítica, que ocorre geralmente em áreas restritas.

**Entrelaçado:** O padrão de drenagem entrelaçado (Figura 11-B) configura-se como uma rede graduada e intrincada de canais rasos, formando um padrão complexo no fundo dos vales (LONGWELL, 1944 *apud* PARVIS, 1950). Normalmente, os materiais depositados por uma corrente entrelaçada são granulares, especialmente nos trechos superiores da corrente.

**Yazoo:** O padrão de drenagem do tipo Yazoo (Figura 11-C) corresponde a um padrão que os tributários fluem paralelamente ao rio principal – devido à incapacidade dos mesmos de romperem os diques naturais – e se unem antes da confluência com o rio, desenvolvendo-se em terrenos aluviais (PARVIS, 1950).



Fonte: Recortado de Parvis (1950).

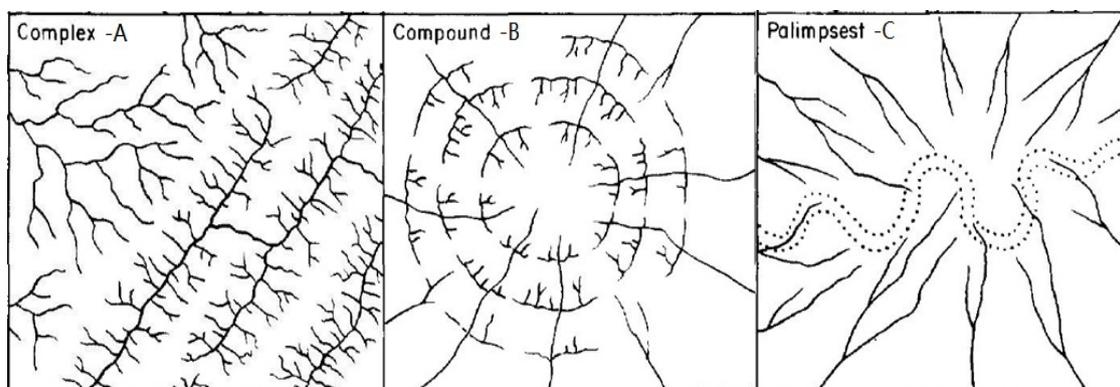
**Figura 11.** Padrões reticular (A), entrelaçado (B) e yazoo (C).

Ainda na década de 60, Howard (1967) discutiu alguns padrões sob a perspectiva da dinamicidade da paisagem onde mais de um padrão pode estar visível, e uma vez que novos eventos remodele o ambiente, o referido autor classificou-os da seguinte forma:

**Complexo:** Um padrão complexo (Figura 12-A) consiste na presença de dois padrões contemporâneos adjacentes um ao outro. Zernitz (1932) propôs o termo ‘complexo’ para um agregado de padrões diferentes, refletindo diferentes controles estruturais em áreas adjacentes. Parvis (1950) sugeriu o termo ‘anômalo’ para padrões complexos encontrados em áreas de topografia e materiais diferentes. Os termos ‘complexo’ e ‘anômalo’ foram assim aplicados a situações que são em parte semelhantes e em parte diferentes. Conseqüentemente, o termo ‘complexo’ tem sido usado para descrever uma região que representa um agregado de padrões diferentes contíguos devido à estrutura, materiais e/ou diferenças na topografia (HOWARD, 1967).

**Composto:** Um padrão composto (Figura 12-B) consiste em dois padrões diferentes, sobrepostos. O termo “composto” foi aplicado por Johnson (1931) *apud* Howard (1967) à drenagem que consiste em dois ou mais padrões contemporâneos na mesma área, como, por exemplo, a combinação de padrões radiais e anelares característicos de muitas cúpulas vulcânicas.

**Palimpsest:** Um padrão *palimpsest* consiste em dois padrões sobrepostos, mas, um é um ‘paleopadrão’. No padrão do *palimpsest*, a drenagem ou córrego mais antigo forma um plano de fundo para o padrão atual. A Figura 12-C mostra um modelo esquemático de uma drenagem, onde o atual padrão é radial. Contudo, fracamente visível, existe um canal sinuoso. Supõe-se que, a elevada topografia não estava presente quando o fluxo sinuoso atravessava a área. A corrente sinuosa aparentemente foi desviada pelo crescente arco no qual a drenagem radial atual passou a existir. A situação sugere uma deformação ativa dentro da planície costeira. Qualquer padrão de drenagem que inclua traços de um padrão mais antigo e que difere do padrão atual, pode ser chamado de *palimpsest*. Remanescentes de cursos originais são comuns em áreas de atividade glacial e eólica (HOWARD, 1967).



Fonte: Recortado de Howard (1967).

Figura 12. Padrões complexo (A), composto (B) e palimpsesto (C).

Estes são os principais padrões conhecidos na literatura, muitos outros existem e possivelmente alguns ainda não foram estudados. É difícil determinar quando este conhecimento entrou em evidência entre os pesquisadores do meio natural, pois alguns já usavam a concepção de padrões em si, antes mesmo de algum termo ser cunhado. Contudo, os trabalhos mais conhecidos em termos de conceitos são os de Zernitz (1932), Parvis (1950) e Howard (1967) que sintetizaram o conhecimento acerca de padrões de drenagem versado até então.

No Quadro 1 encontra-se a cronologia dos principais padrões de drenagem. No Brasil, o tema é discutido por Christofolletti (1980, 1981), Demattê e Demétrio (1995), Stevaux *et al.* (2005), Latrubesse (2008), e Stevaux e Latrubesse (2017). Hoje, pouco se tem discutido sobre novos métodos ou possíveis novos padrões de drenagem, sobretudo no Brasil. Contudo, algumas pesquisas inovadoras têm sido realizadas no campo da identificação automática dos padrões básicos, utilizando para isso algoritmos computacionais, conforme demonstrado nos estudos aplicados de Zhang e Guilbert (2012, 2013, 2016).

Quadro 1. Cronologia dos principais padrões de drenagem.

DAUBREË	Retangular <sup>1</sup>	1879	<sup>1</sup> O padrão <i>retangular</i> foi descrito e reconhecido por Daubree, (1879); Kemp, (1894) e Hobbs, (1904). Porém foi classificado pela primeira vez no sentido moderno por Zernitz (1932).
DUTTON	Dendrítico <sup>2</sup>	1882	
DAVIS	Centrípeto	1889	
WILLIS	Treliça	1895	<sup>2</sup> O padrão <i>dendrítico</i> foi descrito por Dutton (1882) e aplicado como um termo de drenagem pelo menos desde 1898. Classificado como padrão básico por Zernitz (1932).
JAGGAR	Radial	1901	
	Anelar <sup>3</sup>		
DAKE & BROWN	Treliça de Falha	1925	<sup>3</sup> Jaggat (1901) refere-se à drenagem <i>anelar</i> , mas Zernitz (1932) pode ter sido a primeira a aplicar o nome à padrão de drenagem.
JOHNSON	Composto	1931	
ZERNITZ	Subdendrítico	1932	
	Pinado		
	Angular		
	Paralelo		
	Subparalelo		
	Colinear		
Anastomótico ou Reticulado	1932		
Complexo			

continua

continuação

ATWOOD	Lagunado	1940
ENGELN	Desarranjado	1942
	Contorcido	
FINCH & TREWARTHA	Ditocômico ou Distribuidor	1942
LONGWELL	Buraco de Andorinha ou Carste	1944
	Entrelaçado	
HORTON	Assimétrico	1945
WALLACE	Termokarst	1946
PARVIS	Buraco de Chaleira	1950
	Baía Alongada	
	Farpado	
	Yazoo	
HOWARD	Treliça de Junta	1967
	Treliça Direcional	
	Treliça Recurvada	
	Multi-Basal <sup>4</sup>	
	Palimpsest	

<sup>4</sup> Howard, (1967) Usou o termo "multibasal" para generalizar os padrões genéticos como "buraco de andorinha" e "buraco de chaleira" que tem sido aplicado a padrões caracterizados por numerosas depressões. Onde, o termo multibasal seria um padrão básico, e os genéticos modificados deste.

Fonte: Autoras (2021).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente a importância assumida pelo conceito e classes de padrão de drenagem na contemporaneidade. Visto que a disposição espacial dos cursos d'água pode evidenciar características morfogenéticas, morfotectônicas e morfoestruturais da área onde estão inseridas (HOWARD, 1967; CHRISTOFOLETTI, 1980). A utilização destes nos trabalhos científicos de geógrafos, geólogos e demais cientistas do meio natural têm sido crescente.

Ao examinar os conceitos, as classes e características dos padrões de drenagem, nota-se que vários fatores atuam em conjunto para formação de um determinado padrão, onde os fatores mais proeminentes, como mostraram os trabalhos de Zernitz (1932), Parvis (1950) e Howard (1967), são a estrutura e o substrato geológico.

O propósito desta revisão foi resgatar os conceitos e descrições das principais classes de padrão de drenagem e sobretudo entender como eles foram classificados, quais os critérios foram utilizados, o que um ou outro padrão reflete para servir de embasamento teórico de análise e classificação do padrão de drenagem da bacia do rio Preguiças no Maranhão e outros estudos afins. Embora alguns padrões de drenagem sejam bastante conhecidos, pouco se discute os critérios e métodos de classificação e o contexto lito-estrutural que se inserem as áreas investigadas.

No Brasil, os estudos voltados à interpretação e à classificação fluvial acompanham os avanços de trabalhos e classificações internacionais com enfoque principal para megaescala fluvial (DEMATTÊ; DEMÉTRIO, 1995; STEVAUX *et al.*, 2005; LATRUBESSE, 2008). Já no Maranhão, não há pesquisas que envolvam o padrão de drenagem ou padrão de canal. Uma possível causa desta escassez é que as principais

referências sobre o tema, tanto as clássicas quanto as mais atuais, não se têm tradução para o português; sendo o idioma uma barreira que desencoraja as pesquisas deste tema em nível de graduação e pós-graduação.

Diante disto, além de ampliar o leque sobre este tema, esta revisão contribuiu para buscar o entendimento científico de como a rede de drenagem se configura na paisagem. Evidenciou-se a existência de limiares naturais que produzem um grande número de classes de padrão de drenagem, e explicitou-se que a configuração da rede de drenagem é o resultado de uma variedade de fatores. Com isso espera-se incentivar pesquisas que investiguem assuntos voltados ao padrão de drenagem não apenas no território maranhense, mas também em todo país.

## REFERÊNCIAS

- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial: o canal fluvial**. São Paulo: Blucher, 1981. v. 1.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999, 186 p.
- DANA, J. On denudation in the Pacific. **American Journal of Science**, series 2, n. 9, p. 58-62, 1850.
- DAVIS, W.M. The geographical cycle. **Geographical Journal**. n. 14, p. 481-504, (1899).
- DEMATTE, J. A. M.; DEMÉTRIO, V. A. Fotointerpretação de padrões de drenagem de bacias hidrográficas na caracterização de solos desenvolvidos de rochas eruptivas básicas no estado do paraná. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 52, n. 3, set./dez. 1995. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90161995000300026&lang=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161995000300026&lang=en). Acesso em: 14 jan. 2020.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America**, v. 56, p. 275-370, mar. 1945. Disponível em: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1945\)56\[275:EDOSAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1945)56[275:EDOSAT]2.0.CO;2). Acesso em: 05 ago. 2019.
- HOWARD, A. D., Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. **The American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, Califórnia, v. 51, n. 11, p. 2246-2259, nov. 1967. Disponível em: <https://doi.org/10.1306/5D25C26D-16C1-11D7-8645000102C1865D>. Acesso em: 05 set. 2019.
- KNIGHTON, A. D. **Fluvial forms and processes: a new perspective**. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1998.
- LATRUBESSE, E. M. Patterns of Anabranching channels: the ultimate end-member adjustments of mega-rivers. **Geomorphology** (Amsterdam), v. 101, p. 130-145, 2008.
- MEJIA, A. I; NIEMANN, J.D. Identification and characterization of dendritic, parallel, pinnate, rectangular, and trellis networks based on deviations from planform self-similarity. **Journal of Geophysical Research-Earth Surface**, n. 113, p. 1-21, 2008.
- PADRÃO. In: **DICIO**, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/padrao/>. Acesso em: 20 fev. 2020.
- PARVIS, M. Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks, **Photogrammetric Engineering**., v. 16, p. 375-409, 1950.
- POWEL, J. W. **Exploration of the Colorado River of the West and its Tributaries**.

- Washington, DC: Government Printing Office, (1875). 291 p.
- SCHUMM S.A. A tentative classification of alluvial river channels. **US Geological Survey Circular**, Washington, DC., v. 477, 1963.
- SILVA, J. P. **Avaliação da diversidade de padrões de canais fluviais e da geodiversidade na Amazônia**: aplicação e discussão na bacia hidrográfica do rio Xingu. 2912. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo, 2012.
- STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017. (Coleção geografia, v. 3).
- STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M.; SINHA, R. Grandes sistemas fluviais tropicais: uma visão geral. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 6, p. 1-18, 2005.
- TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra 3**. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- TORRES, F. T. P.; MARQUES NETO, R.; MENESES, S. O. Geomorfologia fluvial. *In*: TORRES, F. T. P.; MARQUES NETO, R.; MENESES, S. O. **Introdução à geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. Cap. 5, p. 145-171
- ZERNITZ, E. R. Drainage patterns and their significance. **The Journal of Geology**, v. 40, n. 6, p. 498–521, 1932.
- ZHANG, L.; GUILBERT, E. A study of variables characterizing drainage patterns in river networks. *In*: INTERNATIONAL ARCHIVES OF THE PHOTOGRAMMETRY, REMOTE SENSING AND SPATIAL INFORMATION SCIENCES, 22., 2012, Melbourne, Australia. **Anais [...]**. Melbourne, Australia. 2012. v. XXXIX-B2
- ZHANG, L.; GUILBERT, E. A. Automatic drainage pattern recognition in river networks. **International Journal of Geographical Information Science**. v. 27, n. 12, p. 2319-2342, 2013. DOI: 10.1080/13658816.2013.802794.
- ZHANG, L.; GUILBERT, E. Evaluation of River Network Generalization Methods for Preserving the Drainage Pattern. **International Journal of Geo-Information**, v. 5, 2016. DOI:10.3390/ijgi5120230.