



## **PADRÕES DE OCORRÊNCIA DE NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS EM CABECEIRAS DE DRENAGEM COM BASE EM EVIDÊNCIAS MORFOMÉTRICAS EM PARANAÍ-PR**

Isabella de Carvalho Souza <sup>1</sup>  
José Guilherme de Oliveira <sup>2</sup>  
Júlia Caroline de Bruno <sup>3</sup>  
Leonardo Jose Cordeiro Santos <sup>4</sup>

### **RESUMO**

A região do noroeste do Paraná apresenta uma sequência de solos dispostos de montante para jusante composta majoritariamente por Latossolos, Argissolos e Neossolos Quartzarênicos. Diversas pesquisas identificaram que os Latossolos e Argissolos ocorrem nas porções superiores e médias das vertentes, enquanto Neossolos Quartzarênicos restringem-se aos fundos de vale, associados a uma pedogênese específica. O inventário de áreas críticas a erosão, realizado na década de 1990, para alguns municípios da região (escala 1:55.000), permitiu o reconhecimento dessas ordens de solos em maior nível de detalhamento. Esse levantamento identificou a ocorrência dos Neossolos Quartzarênicos também próximos as cabeceiras de drenagem, levantando a hipótese de uma pedogênese distinta daquela associada aos encontrados nos fundos de vale. As cabeceiras de drenagem são essenciais para a manutenção dos cursos d'água, pois regulam o fluxo hídrico e influenciam sua qualidade. Estas são altamente vulneráveis ao desenvolvimento de processos erosivos como ravinas e voçorocas, sobretudo quando associadas a solos frágeis como os Neossolos Quartzarênicos. Diante desse contexto, o estudo aplicou técnicas de mapeamento e análise digital do relevo para identificar uma assinatura morfométrica dessas cabeceiras presentes no município de Paranaíba-PR. Posteriormente, serão realizadas verificações de campo para confirmar ou não a ocorrência desses solos nas áreas de cabeceira. Considerando que a região apresenta relevo plano a suavemente ondulado, foram utilizados atributos morfométricos como declividade, índice de posição topográfica e amplitude altimétrica, a fim de verificar possíveis indicadores que diferenciem essas feições das demais existentes. Os resultados preliminares indicaram a presença de Neossolos Quartzarênicos Órticos em cabeceira de drenagem onde a declividade varia entre 2° e 4°, enquanto os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos ocorrem em áreas de fundo de vale, com declividade inferior a 2°. Esse comportamento sugere a existência de um padrão geomorfológico na distribuição desses solos. As evidências obtidas neste estudo contribuem para compreender a relação entre a ocorrência de Neossolos Quartzarênicos e as características geomorfológicas das cabeceiras de drenagem, ampliando o entendimento dos processos pedogenéticos e morfogenéticos que controlam sua distribuição espacial e dinâmica evolutiva.

**Palavras-chave:** Modelagem digital; Processos geomorfológicos; Correlação solo-relevo; Padrão pedogeomorfológico.

---

<sup>1</sup> Doutoranda pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Paraná - PR, bellacarvalhos3@gmail.com;

<sup>2</sup> Doutor pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Paraná - PR, joseguilhermegeo@gmail.com;

<sup>3</sup> Graduanda pelo curso de Geografia da Universidade Federal do Paraná - PR, julia.carolinedeb@gmail.com

<sup>4</sup> Doutor pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Paraná - PR, santos.ufpr@gmail.com



## INTRODUÇÃO

As cabeceiras de drenagem, são feições geomorfológicas situadas normalmente nas porções superiores das bacias hidrográficas. Desempenham papel fundamental na dinâmica hidrológica e geomorfológica das vertentes ao regularem o escoamento superficial e subsuperficial das águas (Wohl, 2018).

Estas são caracterizadas por apresentar topografia côncava, essas áreas influenciam diretamente a recarga de nascentes e os processos de erosão e sedimentação (Netto, 2003; Paisani; Pontelli; Geremia, 2006; Paisani et al., 2016). Por concentrarem fluxos hídricos, são especialmente suscetíveis à erosão, sobretudo quando há uso inadequado do solo, favorecendo o surgimento de ravinas e voçorocas (Andreotti et al., 2023).

A paisagem do Noroeste do Paraná é marcada por um relevo plano a suavemente ondulado, associado ao predomínio de materiais arenosos da Formação Caiuá (Fernandes; Tcacenco-Manzano, 2023), onde ocorrem principalmente Latossolos, Argissolos e Neossolos Quartzarênicos (Nakashima, 1999).

A origem desses Neossolos tem sido atribuída a diferentes mecanismos, como o espessamento eluvial de Argissolos (Gasparetto, 1999) ou à deposição coluvial em áreas deprimidas (Muratori, 1996). Pesquisas recentes, no entanto, sugerem que sua formação pode estar ligada ao recuo das cabeceiras de drenagem e ao entalhamento progressivo dos vales, evidenciando a influência do relevo e da hidrodinâmica na configuração do sistema pedológico regional (Oliveira; Santos; Calegari, 2020). Nesse contexto, a posição topográfica, emerge como fator central a compreensão da distribuição e evolução desses solos, refletindo a interação entre relevo, hidrodinâmica e pedogênese.

Para fundamentar a análise deste estudo, utilizou-se como base a carta de solos elaborada em 1988 pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos da EMBRAPA, em parceria com o Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) (Fasolo, 1988). Esse mapeamento, direcionado à identificação de áreas suscetíveis à erosão por meio de fotointerpretação corroborada por verificações em campo, resultou em um mapa de solos em escala 1:55.000, adotada neste estudo como referência para a caracterização e interpretação das unidades de solo.



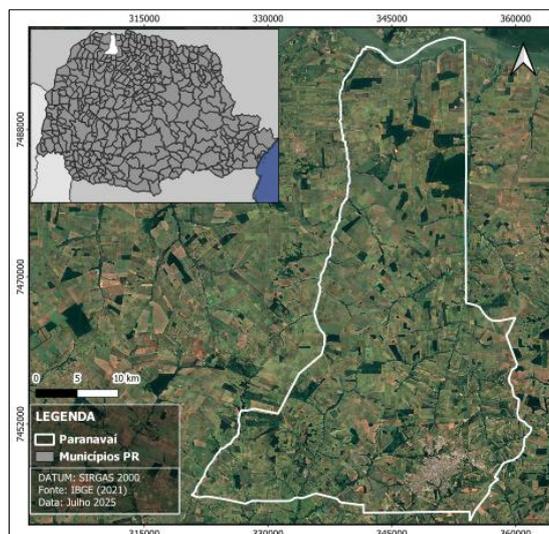
Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo investigar a presença de assinaturas morfométricas associadas à ocorrência de Neossolos Quartzarênicos em áreas de cabeceira de drenagem. Para isso, propõe-se a integração de atributos topográficos — como declividade, índice de posição topográfica (TPI) e amplitude altimétrica — aos dados pedológicos disponíveis para o município de Paranavaí-PR. A expectativa é que essa abordagem integrada permita identificar padrões morfométricos recorrentes que possam estar correlacionados à distribuição espacial desses solos.

## **METODOLOGIA**

O estudo foi realizado no município de Paranavaí, situado na região Noroeste do estado do Paraná. A área insere-se num contexto topográfico com altitudes variando entre 240 e 500 metros, caracterizado por relevo predominantemente plano a suavemente ondulado. Do ponto de vista geológico, predomina a Formação Caiuá, composta por arenitos pertencente ao Grupo Bauru (Fernandes; Tcacenco-Manzano, 2023).

Na área de estudo, ocorrem predominantemente Latossolos, Argissolos, Cambissolos e Neossolos, com textura média a arenosa, baixa fertilidade natural e alta suscetibilidade a erosão, sobretudo na ausência de cobertura vegetal (Oliveira; Santos; Calegari, 2020; Santos et al., 2007, 2024). Assim como em outros municípios do Noroeste paranaense, Paranavaí registra frequentes processos de degradação do solo, com a formação de ravinas e voçorocas, intensificados tanto pelas características pedológicas quanto pela dinâmica de uso do solo no território.

Figura 1 - Localização da área de estudo, município de Paranavaí -PR



Os dados morfométricos empregados neste estudo foram obtidos a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE), gerado por interpolação com base em atributos geomorfométricos e resolução espacial de 20 metros (Taborda et al., 2025). A partir desse modelo, foram derivados três atributos topográficos: declividade, índice de posição topográfica (IPT) e amplitude altimétrica, com o uso do software QGIS 3.40. A declividade foi expressa em graus e posteriormente reclassificada em intervalos regulares de 2° com o intuito de identificar faixas altimétricas mais frequentemente associadas à ocorrência de Neossolos Quartzarênicos

O IPT foi calculado a partir de uma janela móvel com raio de 1.000 metros, valor foi definido com base no comprimento médio das vertentes observadas na região, conforme descrito por Nakashima (1999). Esse índice permite classificar automaticamente a posição relativa dos terrenos na paisagem, como topos, encostas e fundos de vale, mostrando-se eficaz em diferentes escalas (Tagil; Jenness, 2008). O índice foi gerado com base no método de Weiss (2001), por meio do plugin SAGA, visando captar tanto feições microtopográficas quanto padrões morfológicos mais amplos.

Para representar a variação altimétrica local, foi empregada a ferramenta “Estatística Focal” que estimou a amplitude altimétrica ao calcular a diferença entre os valores máximos e mínimos de elevação em janelas móveis com raio definido de 1000 metros. Os valores contínuos foram discretizados em classes com intervalos uniformes, auxiliando na interpretação da relação entre o relevo e a distribuição dos solos.



A fim de compreender como cada atributo morfométrico destaca aspectos distintos da topografia, foram elaborados histogramas de frequência para as variáveis declividade, IPT e amplitude altimétrica, os quais foram comparados ao histograma altimétrico do próprio MDE. Essa comparação possibilitou observar a distribuição dessas variáveis na área de estudo e avaliar em que medida os padrões extraídos se relacionam com a ocorrência dos Neossolos.

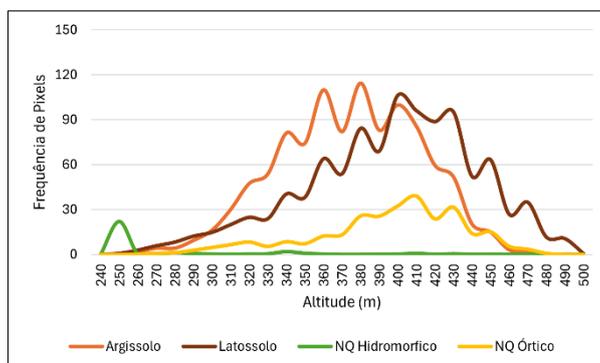
Por fim, os atributos morfométricos foram integrados ao mapa de solos da área de estudo elaborado por (Fasolo, 1988). As variáveis foram reclassificadas em rasters binários com base nos intervalos mais representativos, combinadas no Raster Calculator por meio de uma expressão de multiplicação: ("declividade\_reclassificado" × "range\_reclassificado" × "ipt\_reclassificado").

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O histograma do MDE (Figura 2) apresenta a frequência absoluta das diferentes faixas de altitude na área de estudo, refletindo a altitude e as classes de solo existentes. Os dados indicam que os Latossolos se concentram majoritariamente nas porções mais elevadas da paisagem, entre 400 e 430 metros de altitude, enquanto os Argissolos predominam em altitudes entre 350 e 390 metros. Esse padrão altimétrico sugere que as características morfológicas desses solos estão condicionadas a morfologia das vertentes, refletindo a influência dos seus processos de formação e desenvolvimento pedogenético (Oliveira; Santos; Calegari, 2020).

Os Neossolos se concentram em diferentes porções da paisagem, entre 250 e 270 metros, representado pelos Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos e entre 410 e 430 metros, representado pelos Neossolos Quartzarênicos Órticos. Esse padrão indica que esses solos não se restringem a uma única posição na vertente, ocorrendo tanto em áreas como fundos de vale, quanto em porções mais elevadas da paisagem, possivelmente associadas a cabeceiras de drenagem.

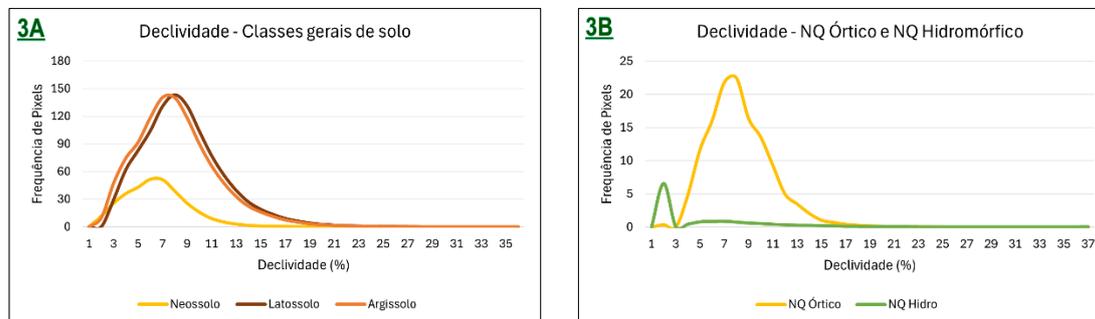
Figura 2 – Altimetria por classes pedológicas extraído do MDE da área de estudo.



A análise dos histogramas de declividade (Figura 3) e amplitude altimétrica (Figura 4) revelam padrões complementares que enriquecem a compreensão da relação entre relevo e distribuição pedológica na área de estudo. Enquanto a declividade quantifica a inclinação do relevo, refletindo diretamente sobre a intensidade dos processos geomorfológicos e hidrológicos que atuam na sua formação, a amplitude altimétrica expressa a variação vertical do terreno, permitindo identificar posições específicas dos solos e suas transições espaciais ao longo da vertente.

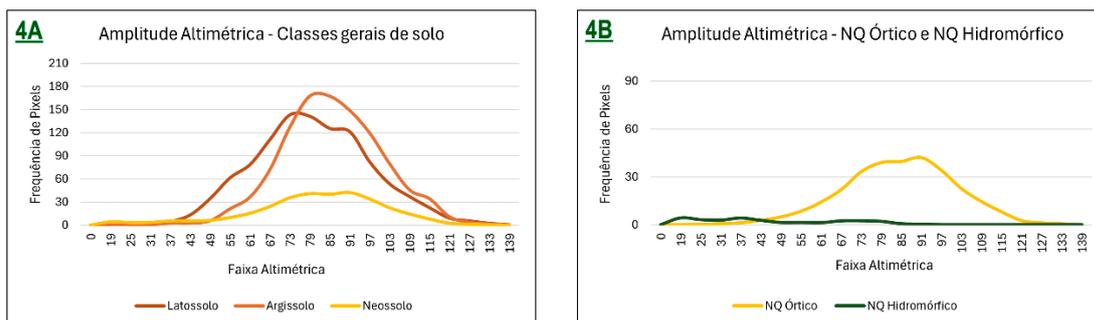
Os Latossolos e Argissolos apresentam picos de frequência concentrados em faixas de declividade entre 7 e 9 (Figura 3A), indicando sua ocorrência em segmentos da vertente menos declivosos e condições mais estáveis, adequadas ao desenvolvimento e à evolução pedogenética dessas classes. Os Neossolos Quartzarênicos Órticos (Figura 3B), por sua vez, ocorrem preferencialmente em declividades entre 6° e 8°, revelando uma distribuição mais dispersa e indicativa de relevo suavemente ondulado. Já os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos apresentam ocorrência restrita a declividades muito suaves, entre 1° e 2°, típicas de áreas de fundo de vale.

Figura 3 - Distribuição da frequência de pixels por faixas de declividade para as classes gerais de solos e subclasses de Neossolos Quartzarênicos.



No que se refere à amplitude altimétrica, observa-se que os Latossolos e Argissolos predominam em altitudes médias a elevadas (Figura 4A). Os Neossolos Órticos, por sua vez, ocorrem majoritariamente em altitudes entre 67 e 109 metros (Figura 4B), o que sugere sua distribuição em zonas de transição entre Argissolos e Neossolos, onde os processos pedogenéticos ainda estão em curso e são modulados por sutis variações geomorfológicas. Em contraste, os Neossolos Hidromórficos concentram-se em áreas de baixa amplitude, variando entre 19 e 37 metros.

Figura 4 - Distribuição da frequência de pixels por faixas de amplitude altimétrica para as classes gerais de solos e subclasses de Neossolos Quartzarênicos.



A convergência dos dados de declividade e amplitude altimétrica ratificam o papel preponderante do relevo como condicionante pedogeomorfológico na área estudada, corroborando aos apontamentos de Oliveira, Santos e Calegari (2020) quanto à posição espacial dos Argissolos Vermelhos e Neossolos Quartzarênicos ao longo das vertentes.

Os histogramas do Índice de Posição Topográfica (IPT) apresentaram baixa capacidade de diferenciar as classes de solo na área de estudo, sobretudo quando



comparados aos resultados obtidos para declividade e amplitude altimétrica. A distribuição pouco contrastante entre os grupos dificultou a identificação de padrões associados à ocorrência de Neossolos Quartzarênicos. Ainda assim, os dados derivados do IPT permanecem relevantes e deverão ser incorporados em etapas futuras da pesquisa, especialmente na modelagem espacial das áreas mais suscetíveis à presença desses solos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A análise morfométrica do terreno, integrando Modelo Digital de Elevação (MDE), declividade, amplitude altimétrica e índice de posição topográfica (IPT), revelou a relação entre o relevo e a distribuição dos Neossolos no território da área de estudo. A declividade mostrou-se particularmente sensível, diferenciando a ocorrência de Neossolos Hidromórficos em fundos de vale (baixa declividade) e Neossolos Quartzarênicos Órticos em vertentes suaves, indicando distintas respostas pedogenéticas à morfometria.

A assinatura morfométrica observada nos Neossolos Quartzarênicos Órticos, localizados em cabeceiras de drenagem e segmentos superiores das vertentes, evidencia o potencial da análise morfométrica como suporte ao mapeamento pedológico. Nesse contexto, a análise digital do relevo se apresenta como ferramenta complementar à fotointerpretação, contribuindo para aprimorar a compreensão sobre a gênese e a distribuição desses solos na paisagem (Silveira; Silveira, 2016).

Embora os dados de IPT tenham apresentado menor capacidade de distinção entre as classes de solo nos histogramas analisados, sua incorporação segue relevante. Esses dados deverão ser fundamentais em etapas futuras da pesquisa, especialmente na modelagem espacial das áreas mais suscetíveis à presença de Neossolos Quartzarênicos, contribuindo para o refinamento das interpretações já obtidas dos demais atributos morfométricos.

A fotointerpretação e as confirmações de campo empregadas em trabalhos como o de Fasolo (1988) demonstraram eficiência na delimitação de áreas de Neossolos na região do Noroeste do Paraná. No entanto, a análise morfométrica se destaca por sua capacidade de validar dados e revelar detalhes que a fotointerpretação, por vezes, não consegue identificar. Assim, essa metodologia visa oferecer uma camada adicional de precisão e



entendimento das nuances do relevo e sua influência na pedogênese, além da possibilidade a extrapolação dos resultados para outras regiões com características semelhantes.

Com o objetivo de aprofundar essa compreensão, a continuidade da pesquisa prevê a realização de trabalhos de campo detalhados, associados ao mapeamento por drone, visando captar com maior precisão as variações do relevo e refinar a análise da dinâmica dos Neossolos. Este estudo reforça o papel da morfometria como ferramenta fundamental para a interpretação da paisagem e o planejamento do uso do solo, destacando a relevância da análise integrada de múltiplos atributos para revelar aspectos que passariam despercebidos em abordagens mais tradicionais.

## REFERÊNCIAS

ANDREOTTI, Geovana Laiza *et al.* ANÁLISE DA COBERTURA PEDOLÓGICA DA CABECEIRA DE DRENAGEM DO CÓRREGO ÁGUA SUÍÇA, MUNICÍPIO DE MUNHOZ DE MELO, PARANÁ, BRASIL. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia**, v. 15, n. 2, p. 446–472, 2023.

FASOLO, Pedro Jorge. **Erosão: Inventário de áreas críticas no Noroeste do Paraná.** [S.l.: S.n.].

FERNANDES, Luiz Alberto; TCACENCO-MANZANO, Liliane Maia. A Supersequência Bauru no Paraná, revisão cartográfica e cronoestratigráfica. **Geologia USP - Serie Científica**, v. 23, n. 3, p. 71–97, 1 set. 2023.

GASPARETTO, Nelson Vicente Lovatto. **As formações superficiais do Noroeste do Paraná e sua relação com o arenito Caiuá.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1 set. 1999.

MURATORI, Ana Maria. **PROCESSOS INTERATIVOS ENTRE O RELEVO E AS AREIAS QUARTZOSAS NO SISTEMA AMBIENTAL DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ-BRASIL.** Curitiba: UFPR, 1996.

NAKASHIMA, Paulo. **SISTEMA PEDOLÓGICO DA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ: Distribuição e subsídio para o controle da erosão. Vol 1.** São Paulo: USP, 1999.

NETTO, Ana Luiza Coelho. Evolução de Cabeceiras de Drenagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): a Formação e o Crescimento da Rede de Canais sob Controle Estrutural (1). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 4, p. 69–100, 2003.

OLIVEIRA, José Guilherme de; SANTOS, Leonardo José Cordeiro; CALEGARI, Márcia Regina. **RELAÇÃO SOLO-RELEVO EM SISTEMA PEDOLÓGICO ARGISSOLO-NEOSSOLO QUARTZARÊNICO NA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ:**



CASO DE AMAPORÃ. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 2, p. 661–675, 1 set. 2020.

PAISANI, Julio C.; PONTELLI, Marga E.; GEREMIA, Francieli. CABECEIRAS DE DRENAGEM DA BACIA DO RIO QUATORZE-FORMAÇÃO SERRA GERAL (SW DO PARANÁ): DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL, PROPRIEDADES MORFOLÓGICAS E CONTROLE ESTRUTURAL. **RA'EGA**, p. 211–219, 2006.

PAISANI, Julio Cesar *et al.* EVOLUÇÃO DE PALEOCABECEIRA DE DRENAGEM DO RIO CHOPINZINHO (SUL DO BRASIL) DURANTE O QUATERNÁRIO SUPERIOR. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 1, p. 43–59, 29 mar. 2016.

SANTOS, Leonardo José Cordeiro *et al.* Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 4, p. 812–820, 1 dez. 2007.

SANTOS, Leonardo José Cordeiro *et al.* Abordagens para identificação e quantificação de manchas arenosas no noroeste do Paraná Sandy soil spots in northwestern Paraná: approaches for identification and quantification. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 25, p. 1–17, 2024.

SILVEIRA, Ricardo Michael Pinheiro; SILVEIRA, Claudinei Taborda da. ANÁLISE DIGITAL DO RELEVO APLICADA À CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA DA PORÇÃO CENTRAL DA SERRA DO MAR PARANAENSE. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 4, 15 dez. 2016.

TABORDA, Claudinei da Silveira *et al.* Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná com método de classificação digital de padrões de formas de relevo. v. 26, p. 1–24, 2025.

TAGIL, Sermin; JENNESS, Jeff. GIS-Based Automated Landform Classification and Topographic, Landcover and Geologic Attributes of Landforms Around tge Yazoren Polje, Turkey. **Journal of Applied Sciences**, p. 910–921, 2008.

WEISS, A. Topographic Position and Landforms Analysis. *In*: San Diego: 13 jul. 2001.

WOHL, Ellen. The challenges of channel heads. **Earth-Science Reviews**, v. 185, p. 649–664, 1 out. 2018.