

CAPÍTULO 8

Bacia hidrográfica do rio Castelo, ES: integração entre conhecimento científico e educação para a sustentabilidade

Thiara Azevedo Pancotto, Flávia Muniz, Jéferson Luiz Ferrari, Atanásio Alves do Amaral, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-36-7.c8>

Resumo

A bacia hidrográfica do rio Castelo, situada no estado do Espírito Santo, configura-se como um espaço de notável importância ambiental, social e educacional, despertando o interesse de diversas áreas do conhecimento e motivando investigações científicas voltadas à compreensão de suas dinâmicas e ao fortalecimento de práticas educativas relacionadas à gestão dos recursos hídricos. O presente trabalho tem como objetivo realizar um levantamento dos estudos já desenvolvidos na bacia hidrográfica do rio Castelo, mostrando as contribuições da literatura científica, identificando as dimensões abordadas nas pesquisas, assim como as lacunas existentes no conhecimento sobre o tema. A metodologia adotada consiste em uma revisão de literatura, baseada em artigos científicos publicados entre 2007 e 2024, reunindo estudos sobre a definição de unidades geomorfológicas, qualidade da água, caracterização morfométrica e análise estrutural da bacia. Por fim, uma proposta para o contexto educacional, por meio das metodologias ativas, trazendo uma reflexão: educar para conservar a bacia hidrográfica do rio Castelo, ES.

Palavras-chave: Recursos hídricos. Contribuição Científica. Educação ambiental. Conservação da água

1. Introdução

A água é fundamental para a dinâmica da natureza, pois impulsiona os ciclos ecológicos, sustenta a vida e atua como solvente universal. Sem água, a vida na Terra seria impossível. Além de desempenhar papel vital para todos os seres vivos, os recursos hídricos são amplamente utilizados pelos seres humanos na geração de energia, na produção de alimentos, na navegação, e no desenvolvimento industrial, agrícola e econômico (Souza, 2015; Tundisi, 2022).

Os múltiplos usos da água evidenciam a dependência deste recurso para a sobrevivência das espécies. No entanto, ao longo da história, tem-se observado a crescente degradação da qualidade da água, sobretudo em decorrência da poluição dos mananciais, que afeta tanto as águas superficiais quanto as subterrâneas. Esse fenômeno está diretamente relacionado ao crescimento da população humana, que tem gerado amplos impactos negativos. Entre eles, a poluição ambiental, sem dúvida, destaca-se como um dos principais problemas decorrentes do descontrole nas atividades humanas, com o potencial de causar a destruição de ecossistemas inteiros (Moraes; Lorandi, 2016; Egidio; Souza, 2025).

As bacias hidrográficas sofrem com todo esse impacto ambiental, como desmatamento, urbanização, mudanças no uso do solo, práticas agrícolas inadequadas e descarte incorreto de resíduos. Essas ações comprometem a qualidade da água, provoca erosão do solo, perda de biodiversidade, assoreamento dos corpos d'água e inundações, reduzindo a capacidade de suporte desses ecossistemas (Souza, 2015; 2018; Silva *et al.*, 2023).

Nesse contexto, as bacias hidrográficas surgem como unidades fundamentais para o planejamento e a gestão integrada dos recursos hídricos. Porto e Porto (2008) afirmam que a gestão sustentável do corpo hídrico precisa de uma base de dados e informações socialmente acessíveis, que definem o uso, o controle dos impactos sobre este recurso natural e o processo de tomada de decisão. Logo, existe a necessidade da compreensão das características de uma bacia hidrográfica, desde conceitos terminológicos até sua função como bens de serviços ambientais.

A bacia hidrográfica é definida como uma área de drenagem natural onde toda a água da chuva converge para um único ponto de saída, geralmente um

rio, lago ou mar. Ela inclui nascentes, cursos d'água, escoamento superficial e subsuperficial, além de componentes do solo e vegetação que influenciam a dinâmica hídrica. Dessa forma, todas as atividades humanas, nas áreas urbanas, industriais e agrícolas, desenvolvidas ao longo da bacia hidrográfica, da nascente até seu exutório, integram-se aos processos que compõem seu funcionamento, refletindo-se no uso do solo e na utilização dos recursos hídricos que nela se concentram (Porto; Porto, 2008; Souza, 2015).

Desta forma, para minimizar os impactos e externalidades negativos sobre este recurso natural, é necessário um manejo adequado dos corpos hídricos que compõem uma bacia hidrográfica para fomentar um planejamento e gerenciamento adequado deste ecossistema natural. No Brasil, essa concepção já está prevista em lei, fundamentada nos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Federal nº 9.433/1997 e posteriormente alterada pela Lei nº 9.984/2000. Um de seus princípios centrais é o reconhecimento da bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Neste cenário, a bacia hidrográfica do rio Castelo (BHRC), localizada no estado do Espírito Santo, desempenha papel relevante para o abastecimento de comunidades, a atividade agrícola e a preservação de ecossistemas locais. No entanto, enfrenta pressões relacionadas à degradação ambiental, como o desmatamento, o uso inadequado do solo e a poluição hídrica. Tais fatores apontam para a necessidade de maior conhecimento e estratégias de gestão voltadas para sua conservação. Logo, compreendendo as particularidades deste recurso natural, torna a bacia hidrográfica um divisor de águas, fomentando suas características geográficas e hidrológicas.

A BHRC é um dos afluentes mais importantes da bacia hidrográfica do rio Itapemirim (BHRI) e pertence à Região Hidrográfica Costeira do Sudeste. Este recurso hídrico tem sua nascente no município de Conceição de Castelo e perpassa pelos municípios de Castelo, Venda Nova do Imigrante, Vargem Alta, porção oriental do município de Muniz Freire e parte setentrional do município de Cachoeiro de Itapemirim, onde está localizada sua foz no encontro das águas do rio Itapemirim, com um comprimento total de 77,49 Km de extensão (Castro Junior; Sobreira; Bortoloti, 2007; Bucker; Pons; Melloni, 2023).

Dessa forma, a BHRC configura-se como área de estudo no município de Castelo, ES. Nesse sentido, cabe o levantamento de alguns pontos importantes sobre este local da pesquisa. Segundo Casagrande e Barbiero (2012), o nome do município carrega uma associação ao poder e riqueza - marcas impressas pelo início de seu povoamento, tendo o ouro como motivador econômico de toda a Europa Mercantilista, surgindo assim, o povoamento de Montes Castello, por volta de 1625.

Neste contexto, os dados do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) corroboram, relatando que, historicamente, o município foi habitado por povos indígenas, os puris, que eram desafiados por outros desbravadores devido às copiosas jazidas de ouro. Posteriormente, a ocupação europeia, que começou no século XIX, impulsionada pela imigração de italianos e alemães, abriu frente para o trabalho na agricultura e no cultivo do café.

Atualmente, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o censo do município aponta uma população de 36.930 habitantes e uma densidade demográfica de 55,66 habitantes por quilômetro quadrado, com o maior percentual da população na área rural. Logo, a atividade econômica do município está ligada ao setor agropecuário (Figura 1).



Figura 1. Vale da Prata, Castelo, ES. Fonte: Descubra Castelo, 2025. Disponível em: <https://descubracastelo.com.br/papeis-parede-lauriano/#gid=1&pid=20>.

O cenário de uso e ocupação do solo demonstra que a história urbana teve início nas proximidades da bacia hidrográfica. O município de Castelo - ES, encontra-se ao longo do vale do rio Castelo, cercado por morros, formando uma área propícia à ocupação, que se concentrou principalmente na porção plana do vale, acompanhando o curso do rio (Malavolti *et al.*, 2021). Os mesmos autores relatam que, com o passar dos anos, as ruas, inicialmente restritas às áreas de planície, estenderam-se para os morros, invadindo as encostas (Figura 2).



Figura 2. Construções nas áreas de encosta do rio Castelo, ES. Fonte: Descubra Castelo, 2025. Disponível em: <https://descubracastelo.com.br/album-3/#gid=1&pid=10>.

De acordo com Malavolti *et al.* (2021), a área é frequentemente descrita como uma grande tigela cercada por morros. Esse formato, aliado às mudanças climáticas e ao padrão de ocupação do município, intensifica, durante o período chuvoso, a ocorrência de enchentes (Figura 3). Como consequência, observa-se a expansão de construções nas áreas de encosta ao longo do rio Castelo, ES.



Figura 3. Inundação na cidade de Castelo, ES, em 2020. Fonte: Castelan, 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/es/espírito-santo/noticia/2020/01/25/rio-sobe-e-inunda-a-cidade-de-castelo-no-es-defesa-civil-fala-em-150-familias-ilhadas.ghtml>.

Diante do cenário da BHRC, este trabalho tem como objetivo realizar um levantamento dos estudos já desenvolvidos sobre a área, evidenciando as contribuições e perspectivas da literatura científica, bem como as dimensões abordadas nas pesquisas e as lacunas existentes no conhecimento. Além disso, busca-se analisar a evolução da produção científica, apontando as principais tendências e áreas de maior enfoque, bem como as questões ainda pouco exploradas. A partir dessa análise, será possível oferecer uma visão crítica e abrangente do estado atual da pesquisa, contribuindo para a identificação de novas direções e áreas que merecem maior atenção na futura investigação sobre o assunto.

2. Metodologia

Para isso, utilizou-se uma metodologia fundamentada em uma revisão sistemática de literatura, conforme descrito a seguir. A metodologia empregada foi uma revisão sistemática de literatura baseada em artigos científicos

publicados entre 2007 e 2024. O levantamento considerou artigos científicos publicados entre 2007 e 2024, localizados nas bases Google Acadêmico e Scopus (via Portal de Periódicos da CAPES). A busca priorizou dados bibliográficos relevantes, restringindo-se a artigos disponíveis no período de coleta. A busca dos artigos foi realizada no dia 18 de dezembro de 2024, utilizando a seguinte *string* de busca: “*Bacia AND Hidrográfica AND Rio AND Castelo AND ES*”.

De acordo com Costa e Zoltowski (2014), a avaliação dos artigos pode ser realizada por meio de uma estratégia de metassíntese, que envolve a análise da teoria, dos métodos e dos resultados de estudos qualitativos. Em seguida, procedem-se à síntese e interpretação dos dados presentes nos artigos selecionados, de modo a evidenciar a contribuição de cada autor sobre a temática estudada. A procura dos artigos científicos nas bases de dados, no período de 2007 a 2024, resultou em 66 encontrados no Google Acadêmico e 03 no Scopus.

3. Resultados e discussão

Nesta seção, serão discutidas as contribuições da literatura científica sobre a BHRC. Com base numa revisão de artigos acadêmicos publicados sobre o tema, serão identificadas as principais dimensões abordadas nas pesquisas analisadas. Além disso, propõe-se uma sequência didática utilizando metodologias ativas na temática - rio Castelo, ES: Olhar, Perceber e Agir.

3.1. Contribuições científicas sobre a Bacia Hidrográfica do rio Castelo - ES

A partir da revisão de literatura, os artigos selecionados destacam-se por apresentarem singularidades e metodologias diferenciadas, desde a definição de unidades geomorfológicas até a caracterização morfométrica e a análise estrutural da BHRC, Espírito Santo, Brasil (Quadro 1). Percebe-se que, na delimitação temporal proposta, que existem poucos artigos publicados sobre a BHRC, sendo estes, em revistas científicas, como: Boletim de Ciências e Geodésia, *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, *Brazilian Journal of Animal and Environmental, Research*

Brazilian Journal of Development e Revista Brasileira de Geografia Física e Revista Brasileira de Cartografia.

Quadro 1. Artigos científicos - bacia hidrográfica do rio Castelo - ES

Ano de Publicação	Título do Artigo	Autores
2007	Definições de unidades geomorfológicas a partir de navegação e validação de campo utilizando GPS e sistemas de informações geográficas: o caso da sub-bacia do rio Castelo -(ES).	Castro Júnior <i>et al.</i> (2007)
2007	Modelagem geoestatística a partir de parâmetros de qualidade da água (IQA-NSF) para a sub-bacia hidrográfica do rio Castelo (ES) usando sistema de informações geográficas.	Rodolfo M. de Castro Junior Frederico Garcia Sobreira Frederico Damasceno Bortoloti
2012	Análise ambiental da bacia do rio Castelo (ES), com ênfase no problema das inundações.	Laís de Carvalho Faria Lima Lopes Cláudio Eduardo Lana
2019	Preservação permanente do rio Castelo—trecho urbano do município de Conceição do Castelo, ES	Caio Henrique Ungarato Fiorese
2019	Análise estatística da série histórica da precipitação pluviométrica mensal do município de Castelo, ES	Caio Henrique Ungarato Fiorese. Herbert Torres
2019	Estudo do oxigênio dissolvido aliado à análise de uso de solo da área de preservação permanente do Rio Castelo, ES, Brasil	Caio Henrique Ungarato Fiorese
2023	Caracterização morfométrica e análise estrutural da Bacia Hidrográfica do Rio Castelo, Espírito Santo, Brasil	Pedro de Oliveira Moura Bucker Nívea Adriana Dias Pons Eliane Guimarães Pereira Melloni

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A localização e a caracterização da área de estudo são um ponto ímpar em todos os artigos científicos, onde é possível determinar as contribuições para elaborar uma compreensão geral da BHRC. Castro Jr. *et al.* (2007), apontam que a bacia em estudo localiza-se no sul do Estado do Espírito Santo, parte da

bacia hidrográfica do rio Itapemirim (BHRI), o qual, por sua vez, é parte da Região Hidrográfica Costeira do Sudeste (RHCS). O rio Castelo, “[...] compreende os municípios de Castelo, Conceição do Castelo, Venda Nova do Imigrante, Vargem Alta, porção oriental do município de Muniz Freire e parte setentrional do município de Cachoeiro de Itapemirim” (Castro Jr. *et al.* 2007, p. 45) (Figura 4). A nascente do rio Castelo está inserida no município de Conceição de Castelo e sua foz no encontro das águas do rio Itapemirim, como principal afluente, com um comprimento total de 77,49 km de extensão (Castro, Sobreira e Bortoloti, 2007; Bucker, Pons e Melloni, 2023).

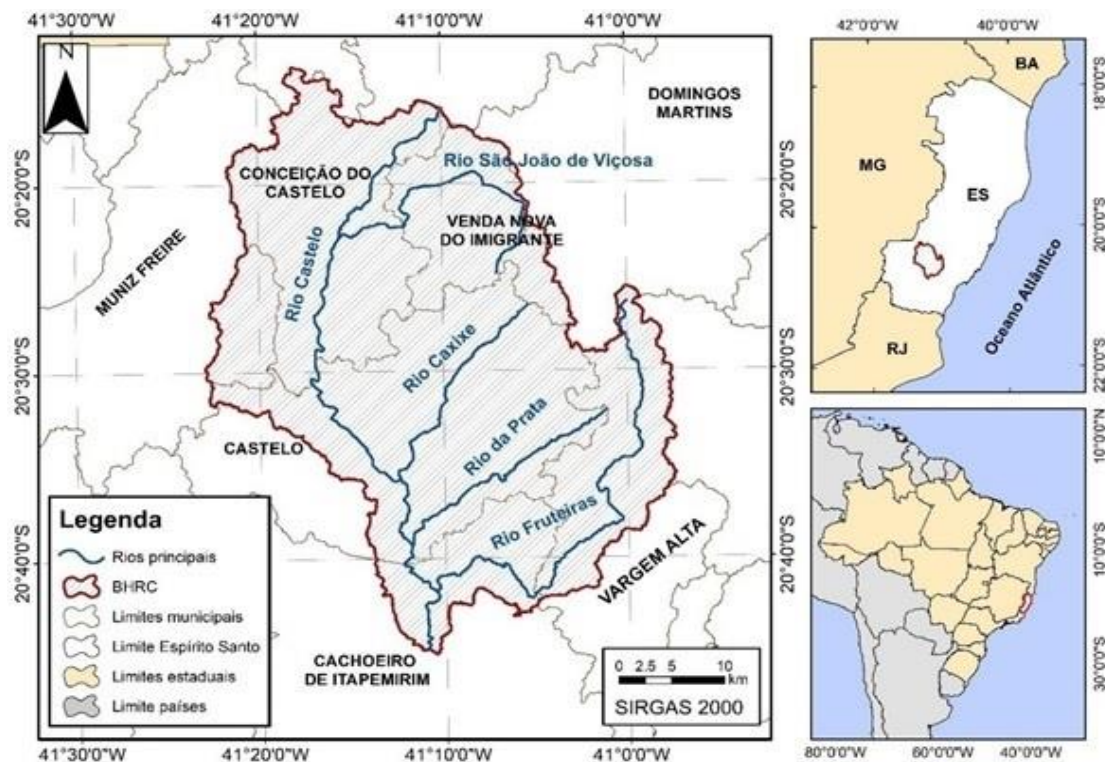


Figura 4. Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Castelo. Fonte: Bucker, Pons e Melloni, 2023.

Lana e Lopes (2012) corroboram com a área de drenagem, delineando uma metragem a cerca de 850 km² de superfície, entre os meridianos 41°23' e 41°01' W e entre os paralelos 20°13' e 20°44'S, sendo o padrão de drenagem do tipo treliça e dendrítica, correspondendo ao principal afluente do rio Itapemirim. Entretanto, Bucker, Pons e Melloni (2023) localizam a área entre os meridianos 41°25' e 40°03' e os paralelos de 20°11' e 20°45' e o padrão de drenagem como

treliça e paralelo. Ambos os trabalhos divergem em termos de enquadramento da localização e drenagem da área.

Entretanto, a intenção do estudo é citar as contribuições dos autores sobre o rio Castelo e apontar referências para os próximos estudos. Sendo assim, segue a contribuição dos autores dentro de suas linhas de pesquisa para a BHRC.

3.1.1. Definições de unidades geomorfológicas

A pesquisa realizada por Castro Junior *et al.* (2007) contribui para a definição das unidades geomorfológicas, sendo intitulada como: Definições de unidades geomorfológicas a partir de navegação e validação de campo utilizando Sistema de Posicionamento Global (GPS) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG): o caso da sub-bacia do rio Castelo (SBHRC).

Na metodologia, esses mesmos autores, trabalharam com o relato de uma experiência de “[...] coletas de dados de campo a partir da associação de ferramentas SIG e dados GPS, associada ao processamento de imagens de sensoriamento remoto para determinação das unidades geomorfológicas da SBHRC”.

Os dados relacionados ao meio físico foram elaborados por meio de técnicas e métodos de processamento de imagens multiespectrais e de radar (LANDSAT TM5 e SRTM), combinados com levantamentos de campo. Essas informações foram organizadas em unidades transparentes para desenvolver um produto de análise ambiental detalhada, em escala regional (1:75.000), conforme validado pelas avaliações *in loco*.

“[...] Os dados primários em diferentes escalas foram compatibilizados no software ArcGIS 9.1, considerando como parâmetros a Projeção Cartográfica UTM, o Sistema de Coordenadas: Plano Retangular da Projeção UTM, o Elipsóide UGGI-67 e o Datum: SAD-69” (Castro Junior *et al.*, 2007, p.46). Com base nos dados gerados, foi possível determinar uma carta geomorfológica que culminou em uma carta de declividade e uma carta hipsométrica gerando a definição de quatro unidades geomorfológicas na SBHRC: a Planície Aluvionar, Mar de Morros, Relevo Ondulado e Relevo Escarpado (Castro Junior *et al.*, 2007) (Figura 5).

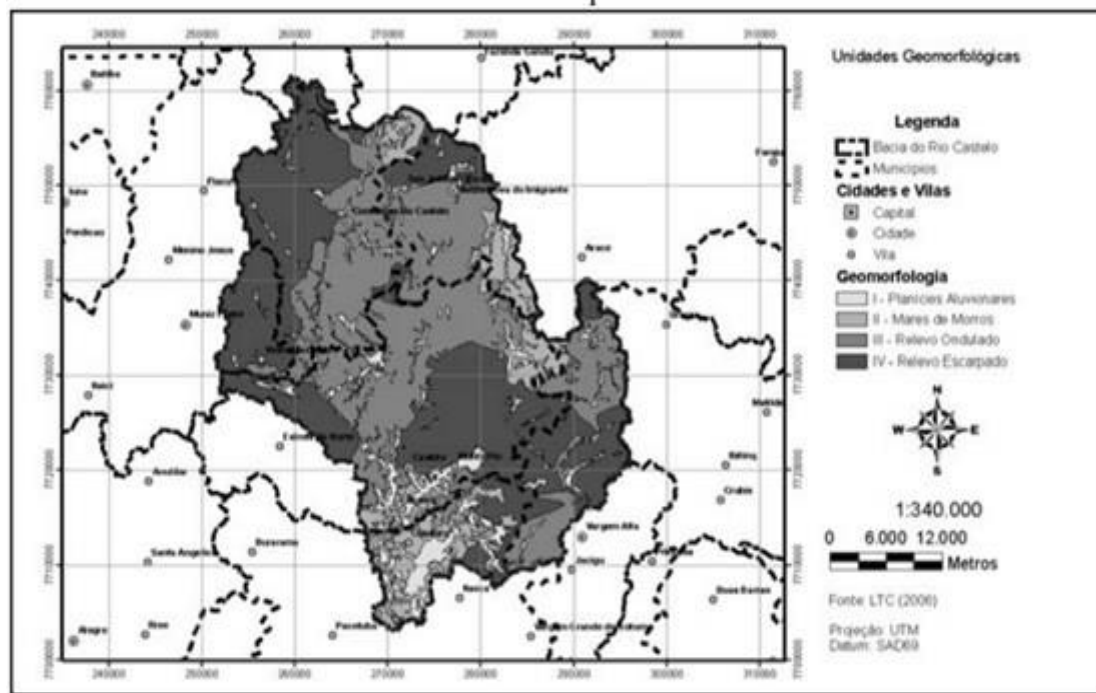


Figura 5. Unidades Geomorfológicas definidas e detalhadas após averiguação de campo. Fonte: Castro Júnior *et al.*, 2007.

Outra contribuição de Castro Júnior, Sobreira e Bortoloti (2007) é a Modelagem Geoestatística a partir de parâmetros da qualidade da água (IQA-NSF) para a SBHRC usando Sistema de Informações Geográficas. Neste trabalho, os autores tiveram como objetivo elaborar um modelo para avaliar a qualidade da água pela variabilidade dos parâmetros e do índice de qualidade de água no decorrer do rio. O autor e seus colaboradores abordaram os componentes do meio natural da BHRC, assim como os resultados das análises dos parâmetros IQA/NSF coletados em 13 pontos ao longo do Rio Castelo, no mês de setembro de 2005.

Somado aos dados referentes à campanha do Projeto SIHBRI (Sistema de Informações Hidrológicas da Bacia do Rio Itapemirim) (Castro Junior *et al*, 2000 *apud* Castro Júnior, Sobreira e Bortoloti, 2007) realizada nos anos de 2000 e 2001 e os dados de 04 (quatro) estações fluviométricas da (ESCELSA, 2006 *apud* Castro Júnior, Sobreira e Bortoloti, 2007) com informações de qualidade de água realizadas mensalmente desde outubro de 2002.

No desenvolvimento da pesquisa, o contexto geoambiental da SBHRC pontuou os aspectos climáticos, pedológicos e hidrológicos. Sendo assim, o

trabalho aponta que o clima onde a sub-bacia está inserida é tropical, com duas estações, uma chuvosa e de novembro a abril, e a seca, entre maio e outubro; com uma cobertura vegetal primária nas regiões mais elevadas e nas nascentes; um solo definido como latossolo e cores variando do amarelo ao castanho-avermelhado (Lani, 1988 *apud* Castro Júnior; Sobreira; Bortoloti, 2007). Outros aspectos de relevância na pesquisa são a apresentação das 11 microbacias que compõem a SBHRC e suas respectivas áreas de drenagem (Tabela 1). O estudo apresentou uma abundância amostral no período seco, e os autores sugerem uma pesquisa no período chuvoso, com a mesma metodologia adotada nesta pesquisa (Castro Júnior; Sobreira; Bortoloti, 2007).

Tabela 1. Microbacias Hidrográfica (MBH) da SBHRC e áreas de drenagem

Denominação da MBH	Área (km²)
MBH do Ribeirão São João	104,64
MBH do Rio São João da Viçosa	150,01
MBH do Córrego Estreito	60,04
MBH do Ribeirão Monforte	67,86
MBH do Córrego Formosa	38,98
MBH do Córrego Santo Amaro	103,79
MBH do Rio Caxixe	223,25
MBH do Rio Castelo	223,13
MBH do Rio Fruteira	298,37
MBH do Rio Prata	132,58
MBH do Ribeirão do Meio	39,72
Área Total	1.442,37

Fonte: Adaptado pelos autores de Castro Júnior, Sobreira e Bortoloti, 2007.

3.1.2. Análise ambiental da bacia do rio Castelo: ênfase nas inundações

A pesquisa realizada por Lana e Lopes, no ano de 2012, versou sobre a análise ambiental da bacia do rio Castelo (ES), com ênfase no problema das inundações. O objetivo foi analisar e discutir o motivo das inundações, com base no uso do solo, cálculo de alguns parâmetros morfométricos para observar o comportamento da bacia como na totalidade, declividade em campo e padrões de drenagem, a fim de gerar um diagnóstico ambiental para a BHRC por meio de mapa de favorabilidade ao escoamento superficial para análise primária da região.

A metodologia adotada consistiu na geração de mapas temáticos com o uso de SIG (software ArcGIS 9.3®) e pesquisas bibliográficas, além de suportes cartográficos com bases oriundas do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo. Somado a isso, cálculo de parâmetros morfométricos da bacia em estudo e de uma verificação de campo realizada ao término do trabalho em 18 pontos, de acordo com a viabilidade de acesso.

Os principais resultados apresentados pelas autoras mostram a avaliação do mapa de favorabilidade em campo, apontando uma baixa declividade principalmente nas áreas de cabeceira da bacia. Em relação à reclassificação do mapa de uso do solo da região da BHRC, prevalecem as atividades de pastagem e agricultura. Seguido do afloramento em áreas urbanas que ocorre distribuído por toda a bacia, em porções menores, e a vegetação em crescimento é marcada pela presença de eucaliptos somente na porção Norte e Leste da bacia. Observou-se, também, que a vegetação nativa, aparece em toda a bacia, principalmente na parte Norte. Em referência à análise, do sistema de drenagem constatou-se que a bacia é de 5ª ordem de acordo com a classificação de Strahler (1957 *apud* Lana e Lopes, 2012) e com drenagem de ramificação significativa.

Lana e Lopes (2012) constataram que a bacia tem formato alongado de acordo com os valores do coeficiente de compacidade e fator de forma da Bacia, sugerindo que em condições normais de precipitação existe baixo risco de inundações. Entretanto as autoras ressaltam: “[...] visualmente se percebe que o vale onde Castelo se encontra é “afunilado”, sugerindo que toda a carga

sedimentar e a vazão do sistema fluvial sejam concentradas na área onde ocorre a redução abrupta” (Lana; Lopes, 2012, p. 542).

Outro dado morfométrico, das referidas autoras, é a densidade de drenagem que, sendo alta, apresenta grande capacidade de drenagem. No que tange à análise de campo realizada, constatou-se que o desenvolvimento das cidades da região ocorreu nas regiões mais planas da bacia e na porção de menor declividade da região, ocorrendo concentração de água e sedimentos diversos, sendo assim, o escoamento superficial tende ao acúmulo de água e, aos pulsos de inundação, tende naturalmente a ser maior (Lana; Lopes, 2012). As autoras ressaltam em suas discussões e conclusões do artigo que “[...] nenhuma das etapas citadas deve ser entendida como capaz de simplificar a dinâmica da bacia hidrográfica estudada ou permitir a formulação de conclusões sobre os condicionantes da ocorrência de cheias” (Lana; Lopes. 2012, p. 550).

3.1.3. Estudo do oxigênio dissolvido

A pesquisa referente ao ano de 2019, desenvolvida por Fiorese, consistiu no Estudo do oxigênio dissolvido aliado à análise de uso de solo da área de preservação permanente do rio Castelo - ES, Brasil, propõe analisar o oxigênio dissolvido e o uso do solo em torno da sua área de preservação permanente (APP) e sugere melhorias no local, além de novos estudos.

Para a realização do monitoramento a pesquisa delimitou a coordenada de três pontos de monitoramento escolhidos com o auxílio do Google Earth é um equipamento de GPS, somado a isso, a metodologia adotada comparou os dados com a análise de um ponto da Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH/ES), na campanha de 2017. Na sequência, utilizou um oxímetro medidor de multiparâmetros (Hachi HQ30d) para verificar o oxigênio dissolvido e a temperatura *in loco* dos três pontos amostrais. Em relação à determinação e cálculo das classes de uso de solo da APP no entorno do rio Castelo, o trabalho aplicou o programa ArcGIS, na versão 10.2.2 associado ao GEOBASES.

No que tange aos níveis de saturação de oxigênio, os trechos 1 e 2 foram considerados bons, enquanto apenas o ponto 3 foi classificado como satisfatório. Segundo o mesmo autor, o excesso de oxigênio nos pontos 1 e 2 resulta de

fenômenos naturais. Em contrapartida, no ponto 3, há uma leve redução do gás devido à ação antrópica, evidenciada pela proximidade de residências e pelo consequente despejo de efluentes (Fiorese, 2019).

Conforme os resultados da pesquisa, o uso do solo no trecho 1 é caracterizado por áreas de mata nativa, sem edificações, o que favorece melhores valores de oxigênio dissolvido, ao haver menor interferência humana na qualidade da água. Enquanto isso, no trecho 2, as áreas com edificações são mais evidentes, afetando o corpo hídrico com o lançamento de esgoto doméstico, em decorrência do tratamento parcial. Já no trecho 3, a presença de eucaliptos e áreas edificadas foi mais significativa, impactando drasticamente o déficit de oxigênio dissolvido. O ponto 4, o valor foi menor que os pontos 2 e 3 (Fiorese, 2019).

Assim, torna-se fundamental a implantação de um sistema de tratamento de esgoto mais eficiente, ações de educação ambiental junto à comunidade e conservação das APPs locais. “[...] Para futuros estudos, sugere-se escolher novos pontos de monitoramento e analisar o comportamento de outras variáveis (coliformes, por exemplo) que interferem na qualidade desse corpo hídrico, em comparação com o uso de solo” (Fiorese, 2019, p. 898).

3.1.4. Ocorrência pluviométrica mensal no município de Castelo

Fiorese e Torres (2019) desenvolveram uma análise estatística da série histórica da ocorrência pluviométrica mensal no município de Castelo, ES. O objetivo da pesquisa foi verificar a aplicação de dados pluviométricos de uma série histórica do referido município e desenvolver estratégias de gestão de recursos hídricos na área da BHRC. Na metodologia, o período de estudo abrangeu de 1940 a 2017, totalizando 78 anos, com dados extraídos do Sistema Hidroweb, da Agência Nacional de Águas (ANA), da estação pluviométrica de coordenadas 20°36'20.16" Sul e 41°11'58.92" Oeste.

O banco de dados proporcionou informações diárias sobre precipitação pluviométrica, dada em milímetros (mm), sobre o referido objeto de estudo. Entretanto, os autores verificaram uma perda de dados referentes aos meses dos anos de 1989 e 2014, sendo assim, a contagem dos dados perfaz um

período de 74 anos de abrangência. Posteriormente, os dados foram editados no Microsoft Excel, estimando os valores de: média pluviométrica mensal, total de dias em que houve precipitação, desvio padrão, erro padrão, porcentagem do número de dias com chuva, valores máximo e mínimo de precipitação mensal acumulada interpretados e, na sequência, descritos para o município em estudo (Tabela 2) (Fiorese; Torres, 2019).

Tabela 2. Valores estatísticos para a precipitação total mensal considerando a série histórica

Meses	Precipitação pluviométrica (mm)				
	Média	Erro padrão	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Janeiro	173, 38	12, 89	112,41	6,20	648,60
Fevereiro	117, 64	9,62	83,85	1,80	467,00
Março	160,31	11,04	96,27	6,40	474,30
Abril	111,94	7,90	68,85	14,00	342,40
Mai	57,78	5,02	43,73	4,10	245,00
Junho	31,99	2,91	25,39	0	107,60
Julho	33,99	3,64	31,72	0	153,70
Agosto	27,50	2,93	25,54	0	116,00
Setembro	51,36	4,43	38,63	0	177,70
Outubro	108,79	6,76	58,89	17,80	262,60
Novembro	188,95	9,89	86,18	27,50	497,90
Dezembro	239,29	12,69	110,61	60,30	732,00

Fonte: ANA (2018) com adaptação de Fiorese e Torres (2019) e pelos autores, 2025.

A pesquisa aponta que os meses de janeiro, novembro e dezembro apresentam o maior número de dias com precipitação, enquanto junho, julho e agosto são os mais secos, com porcentagem inferior a 20% dos dias. Observa-se ainda, uma distribuição irregular das chuvas nos mesmos meses em diferentes anos, especialmente em dezembro e janeiro. Os meses de junho e agosto registraram valores máximos de variações de precipitação pluviométrica inferiores a 120 mm. Além disso, os meses de janeiro, novembro e dezembro apresentaram os maiores acumulados de precipitação diária acima de 100 mm, assim como as menores proporções de dias sem chuva (Fiorese; Torres, 2019).

Esses mesmos autores sugerem, nas suas conclusões, com base na análise pluviométrica, a implantação de sistemas de alerta para enchentes, monitoramento dos níveis dos rios e fiscalização das encostas durante os períodos mais úmidos. Para os períodos mais secos, recomenda-se a elaboração de sistemas de armazenamento de água pluvial.

3.1.5. Uso do solo nas APPs ao longo do rio Castelo, no trecho urbano de Conceição do Castelo

A pesquisa de Fiorese (2019) analisou o uso do solo nas APPs ao longo do rio Castelo, no trecho urbano de Conceição do Castelo, ES. O objetivo da pesquisa foi “[...] avaliar o comportamento dos trechos de áreas de preservação permanente em torno do rio Castelo, em seu curso na cidade de Conceição do Castelo/ES, bem como propor sugestões para melhorias nas áreas estudadas” (Fiorese; Torres, 2019, p. 901).

Na metodologia, a pesquisa utilizou imagens de satélite e ferramentas de geoprocessamento para identificar mudanças na cobertura do solo. Os autores detalham que: “[...] foram coletadas, junto ao GEOBASES/ES, imagens de satélite dos levantamentos realizados em 2007-2008 e 2012-2015 para, em seguida, determinar as classes de uso de solo através de fotointerpretação das feições e da delimitação da APP no programa ArcMAP” (Fiorese; Torres, 2019 p.900).

Os resultados da pesquisa (Tabela 3) indicaram uma redução da vegetação arbórea e um aumento das áreas construídas dentro das APPs, evidenciando

impactos antrópicos, entretanto, não afetou significativamente as áreas de solo exposto. Em relação às áreas de pasto e grama (vegetação rasteira) houve uma redução, que o autor justifica pelo aumento de áreas construídas, afetando o escoamento das águas da chuva. Para minimizar esses efeitos, o estudo propõe ações como reflorestamento, manejo sustentável e educação ambiental (Fiorese; Torres, 2019).

Tabela 3. Uso de solo do trecho de APP com base no bloco de imagens do GEOBASES, referente aos anos: 2007/2008 e 2012/2015

Classe/Ano	2007/2008	2012/2015
	Área (%)	
Vegetação arbórea	51,69	44,61
Área edificada	16,30	31,87
Solo exposto	9,84	7,68
Pasto/Grama	22,16	15,84

Fonte: Adaptado pelos autores (2025) de Fiorese e Torres, 2019.

3.1.6. Caracterização morfométrica e análise estrutural da Bacia Hidrográfica do Rio Castelo

Bucker, Pons e Melloni (2023) trabalhando com a Caracterização morfométrica e análise estrutural da Bacia Hidrográfica do Rio Castelo, Espírito Santo, Brasil, objetivou avaliar os parâmetros morfométricos, morfológicos e estruturais da Bacia em estudo. Na metodologia, “[...] o levantamento dos dados de parâmetros morfométricos e estruturais, usou-se imagens de satélite ALOS, sensor PALSAR, com resolução espacial de 12,5 m, obtidas por meio da plataforma *Alaska Satellite Facility*” (Bucker, Pons e Melloni, 2023, p. 2228).

Na pesquisa, os resultados indicam que o relevo da bacia apresenta-se acidentado, com grande amplitude altimétrica. No contexto morfoestrutural, insere-se nas Faixas de Dobramento Mobilizadas da região dos Planaltos da

Mantiqueira Setentrional, abrangendo também as unidades dos Patamares Escalonados do Sul Capixaba e dos Maciços do Caparaó.

Os parâmetros morfométricos apontados na pesquisa de Bucker, Pons e Melloni (2023), mostram que a BHRC é de 7ª ordem, segundo a classificação de Strahler, e suas sub-bacias São João de Viçosa, Caxixe e Fruteiras foram classificadas como de 6ª ordem, e a sub-bacia da Prata como de 5ª ordem. Outros dados foram reportados na pesquisa de Bucker e seus colaboradores (2023), como a presença de 9565 cursos d'água, e metade deles são de primeira ordem.

A Bacia Hidrográfica do Rio Castelo (BHRC) apresenta uma área de drenagem de 1.478,5 km² e perímetro de 314,64 km, com densidade de drenagem de 2,17 km/km² e densidade de rios de 6,47 rios/km². Outro indicador relevante é a razão de alongamento da bacia, que foi de 0,56, evidenciando sua forma alongada, o que contribui para reduzir a concentração de água em seu interior e diminui o risco de enchentes, exceto nos trechos que atravessam núcleos urbanos. Esses resultados, em consonância com as características altimétricas da região, reforçam a importância do estudo para o planejamento dos recursos hídricos e do uso do solo na bacia (Bucker, Pons e Melloni, 2023).

Todas as contribuições da literatura científica geram um compilado de dados que fomenta informações sobre o rio Castelo, ES. Mas permite visualizar lacunas a serem desvendadas pela ciência, pelo estudo acadêmico, principalmente no campo da gestão integrada da bacia, estudo da qualidade da água, falta de estudo sobre a fauna e flora das espécies aquáticas e terrestres, serviços ecossistêmicos e educação ambiental. Neste último campo, as escolas, como espaços formais de ensino, disseminam a informação local, sensibilizando os atores da comunidade escolar e engajando para um futuro, onde a saúde dos rios possa ser tratada como prioridade.

3.2. Integrando escola e sustentabilidade: educar para conservar

As perspectivas e contribuições da literatura científica sobre a bacia hidrográfica do rio Castelo, ES, podem fomentar possibilidades pedagógicas, como a elaboração de sequências didáticas e a aplicação de metodologias ativas

no contexto escolar. Essas abordagens podem ser adotadas por professores da rede de ensino estadual, municipal e privada, com o objetivo de educar para a conservação desse importante recurso natural.

Nesse sentido, é fundamental reconhecer que a organização e o planejamento fazem parte do cotidiano das pessoas e são igualmente essenciais no processo educativo. Para que a aprendizagem se significativa, é necessário que o ensino seja cuidadosamente planejado, visando à intencionalidade pedagógica centrada no desenvolvimento do aluno. Atualmente, diversas estratégias podem ser exploradas nesse planejamento, destacando-se, entre elas, o uso das metodologias ativas de ensino-aprendizagem, que fomenta o protagonismo discente e o vínculo com temas locais e relevantes, como a conservação da bacia hidrográfica do rio Castelo, ES.

Esta abordagem contempla um conjunto de alternativas pedagógicas que visam facilitar a aprendizagem dos alunos e proporcionar uma educação crítica e problematizadora da realidade, direcionando o estudante para o centro do processo de construção do conhecimento (Cunha *et al.* 2024). Os mesmos autores definem a metodologia ativa como um conjunto de metodologias que têm como finalidade uma educação crítica e problematizadora da realidade, cujo foco está no estudante como protagonista da sua aprendizagem, sendo ele o centro do processo de construção do conhecimento ancorado na ideia de autonomia e no pensamento crítico-reflexivo.

Nesse contexto, o estudante é ativo no que se refere a sua aprendizagem e o termo “metodologia ativa” pode ser substituído por aprendizagem ativa, como se utiliza em outros países, a exemplo de active learning, nos EUA (Cunha *et al.*, 2024, p.11).

Segundo Andrade, Vasconcellos e Martins (2020), as metodologias ativas inovam a prática educativa, oferecendo um leque diversificado de abordagens, como sala de aula invertida, aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projetos, gamificação, ensino híbrido, rotação por estações e design thinking, entre outras (Figura 6).

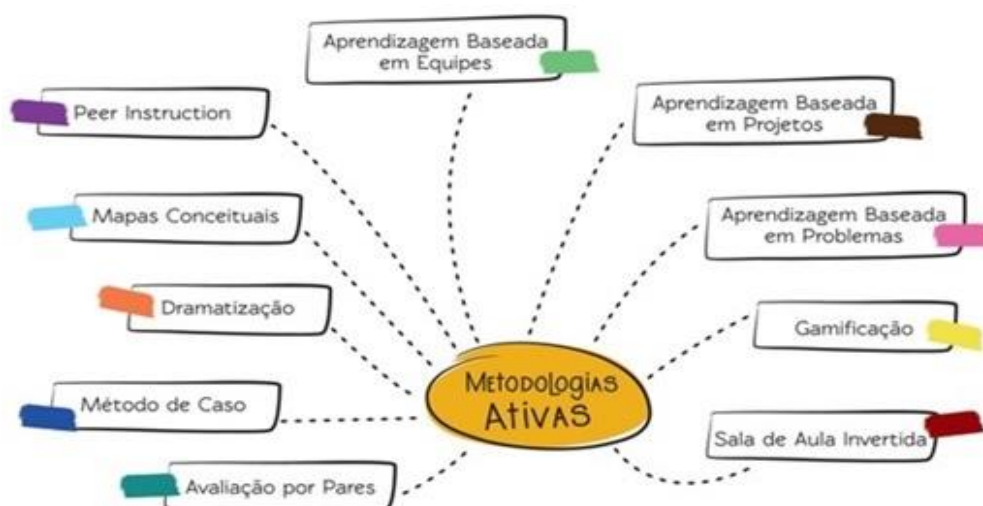


Figura 6. Tipos de Metodologias Ativas. Fonte: Andrade *et al.*, 2020.

Para embasar a prática educativa, o **Currículo do Espírito Santo** constitui um documento norteador que define as aprendizagens escolares e fornece diretrizes voltadas à promoção dos direitos de todos os estudantes do estado. O currículo busca articular-se aos interesses e necessidades dos alunos, comprometendo-se com seu desenvolvimento integral e garantindo que estejam preparados para enfrentar as demandas atuais e futuras em um contexto marcado por incertezas (ESPÍRITO SANTO, 2020).

Segundo Berbel (2011), a aplicação de metodologia ativa pode contribuir para o desenvolvimento da motivação autônoma dos alunos, sobretudo quando promove o fortalecimento da percepção de que são agentes das suas próprias ações. Isso ocorre, por exemplo, quando lhes são oferecidas oportunidades para problematizar situações relacionadas com a programação escolar, escolher aspectos dos conteúdos a estudar, definir percursos possíveis para resolver problemas propostos e explorar alternativas criativas na conclusão dos seus estudos ou investigações.

Somado a isso, é importante que o aluno possa fazer uma leitura de mundo a partir do conhecimento científico de modo significativo, promovendo a contextualização e a problematização dos saberes, onde o professor assume a mediação, usando ferramentas de ensino, como a metodologia ativa, promovendo a melhoria da qualidade em educação como um direito fundamental.

Neste sentido, surge a proposta de uma sequência didática, que será utilizada em uma turma de 9º ano, do Ensino Fundamental Anos Finais, com o uso da metodologia ativa, como uma estratégia para fomentar o conhecimento sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Castelo, ES. O Currículo do Espírito Santo, na área das Ciências da Natureza, no componente curricular de Ciências, aborda os seguintes objetos de conhecimento: Preservação da Biodiversidade e Responsabilidade Socioambiental. (Quadro 2).

Quadro 2. Sistematização das aprendizagens do 9º ano, Ensino Fundamental Anos Finais

Área de conhecimento: Ciências da Natureza				
Componente curricular/Unidade curricular: Ciências				
Unidade Temática	Objeto de conhecimento	Código da Habilidade e Habilidade.	Competências Específicas	Temas Integradores
Vida e Evolução	Responsabilidade Socioambiental.	EF09CI13 - Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações sustentáveis bem-sucedidas.	(CE04) Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho. (CE08) Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das ciências da natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.	(TI03) Educação ambiental. (TI12) Trabalho, Ciência e Tecnologia.

Fonte: Espírito Santo (2020, p.110 e 111).

A apresentação da sequência didática com uso de metodologias ativas tem como base a sistematização da aprendizagem do 9º ano, no ensino de Ciências, proposta pelo Currículo, com um olhar voltado na formação integral do aluno, tornando o centro do processo educativo, de forma que este se torne um multiplicador do conhecimento sobre a bacia hidrográfica do rio Castelo, ES.

Segundo Zabala (2010), uma sequência didática se justifica pela importância capital das intenções educacionais na definição dos conteúdos de aprendizagem. Afirma ainda que se trata de uma sequência de ações procedimentais didáticas, destinadas a uma unidade de aprendizagem. Logo, elaborar uma sequência didática norteia a mediação do professor na sala de aula, gerando um aprendizado mais significativo (Quadro 3).

Quadro 3. Proposta de uma sequência didática para o 9º ano do Ensino Fundamental II

Sequência Didática - Rio Castelo, ES: Olhar, Perceber e Agir			
Etapa	Aula	Objetivo	Metodologia
Apresentação situação problema	1ª e 2ª aula	Perceber o conhecimento prévio dos alunos sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Castelo indagando sua importância socioambiental.	Roda de conversa. Construção de um mapa mental com as falas dos alunos.
Busca de informação.	3ª, 4ª e 5ª aula	Explorar o Google Earth como ferramenta tecnológica para visualizar o rio Castelo, mostrando seu percurso da nascente ao exutório, bem como o uso e ocupação do solo. Pesquisar e elaborar slides com iniciativas individuais e coletivas para solucionar alguns problemas ambientais relacionados à bacia, bem como ações sustentáveis. Utilizar recursos tecnológicos para elaborar slides no Powerpoint.	Ensino por investigação. Sala de aula invertida.
Avaliação	6ª e 7ª aula	Produzir material educativo com base em pesquisas no Google.	Apresentação do trabalho.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A proposta da sequência didática, com o uso das metodologias referidas no Quadro 2, promove o protagonismo dos alunos frente ao objeto de conhecimento, ampliando seu leque de reflexões sobre a temática "Rio Castelo, ES: Olhar, Perceber e Agir". Cabe ressaltar que toda a prática sugerida pode ser adaptada de acordo com a realidade de cada professor de Ciências, conforme a estrutura de recursos didáticos ofertados pela escola em que está ministrando suas aulas. Logo, de acordo com Cunha *et al.* (2024), o protagonismo do aluno demonstra seu comprometimento com o processo de ensino e aprendizagem, de forma flexível e interligada, fomentando o conhecimento, tendo o professor como mediador desse processo.

4. Considerações

A bacia hidrográfica do rio Castelo, localizada no sul do Espírito Santo, representa um sistema natural essencial, tanto do ponto de vista ambiental quanto histórico e socioeconômico. Sua importância é evidenciada pela influência direta que exerce sobre os municípios por onde passa, desde a nascente em Conceição do Castelo até a foz no rio Itapemirim. A exploração do solo e o esgotamento dos recursos naturais têm impactado significativamente esse ecossistema, tornando imprescindível uma gestão eficaz e baseada em conhecimento técnico e científico.

O presente estudo realizou uma revisão sistemática da produção científica entre 2007 e 2024 sobre a bacia do rio Castelo, identificando contribuições relevantes nas áreas de geomorfologia, qualidade da água e estrutura ambiental. A partir das análises, foram destacados estudos que contribuíram para o conhecimento das unidades geomorfológicas da sub-bacia, do comportamento hidrológico e das pressões antrópicas associadas ao uso do solo, sobretudo nas áreas agrícolas e urbanas. Apesar disso, foi constatada uma lacuna significativa na literatura, com poucos artigos dedicados à biodiversidade, serviços ecossistêmicos e à gestão integrada da bacia.

As pesquisas revisadas também ressaltaram a vulnerabilidade da bacia a eventos extremos, como enchentes, de maneira especial em virtude da ocupação irregular e da topografia acidentada. Indicadores como densidade de

drenagem e exploração do solo demonstram a complexidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Castelo e reforçam a urgência de medidas de proteção e monitoramento contínuo. Outro ponto crítico abordado foi a baixa característica da água em áreas urbanizadas, devido à presença de esgoto doméstico e alterações na vegetação das Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Mediante esta situação, o capítulo propõe o uso de metodologias ativas no ambiente escolar como um método para implantar a educação ambiental e as futuras gerações sobre a importância da conservação dos recursos hídricos. A proposta de sequência didática para o 9º ano do Ensino Fundamental visa conectar o conteúdo científico à realidade local, estimulando o protagonismo estudantil e a formação de cidadãos comprometidos com a sustentabilidade do território onde vivem.

Deste modo, o estudo reafirma a relevância da bacia hidrográfica do rio Castelo como objeto de investigação e de intervenção educacional. A continuidade das pesquisas, somada ao engajamento da comunidade acadêmica, dos gestores públicos e da sociedade, é de grande importância para garantir o uso sustentável dos recursos naturais da região. Educar para conservar, nesse contexto, deixa de ser somente uma proposta pedagógica e é compromisso de todos com o meio ambiental, com o rio Castelo, com a vida, com o Espírito Santo.

5. Referências

ANDRADE, M. C. da S.; VASCONCELLOS, R. F. R. R.; MARTINS, H. G. **Guia de metodologias ativas para professores de ensino de Ciências na Educação Básica**. Duque de Caxias, RJ: UNIGRANRIO, 2020. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/599500>. Acesso em: 22 maio 2025.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BRASIL. **Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 18 dez. 2024.

BRASIL. **Lei 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), entidade federal de implementação da Política

Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19984.htm. Acesso em: 18 dez. 2024.

BUCKER, P. de O. M.; PONS, N. A. D.; MELLONI, E. G. P. Caracterização morfométrica e análise estrutural da Bacia Hidrográfica do Rio Castelo, Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 4, p. 2228-2243, 2023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/373996365>. Acesso em: 18 dez. 2024.

CASAGRANDE, A. D.; BARBIERO, M. H. M. **Castelo da pré-história ao início do século XX**. Vitória: Prograf, 2012. Disponível em: <https://descubracastelo.com.br/livro-da-pre-historia-ao-inicio-do-seculo-xx/>. Acesso em: 25 maio 2025.

CASTELAN, T. P. **Nível do rio subiu e inundou a cidade de Castelo** [fotografia]. 25 jan. 2020. In: G1 Espírito Santo. Disponível em: <https://g1.globo.com/es/espírito-santo/noticia/2020/01/25/rio-sobe-e-inunda-a-cidade-de-castelo-no-es-defesa-civil-fala-em-150-familias-ilhadas.ghtml>. Acesso em: 25 maio 2025.

CASTRO JUNIOR, R. M. de; SOBREIRA, F. G.; BORTOLOTI, F. D. Modelagem geoestatística a partir de parâmetros de qualidade da água (IQA-NSF) para a sub-bacia hidrográfica do rio Castelo (ES) usando sistema de informações geográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, n. 3, p. 241-253, 2007. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/items/257ee205-0f5c-4978-b42d-02d24139a873>. Acesso em: 18 dez. 2024.

CASTRO JUNIOR, R. M. de; SOBREIRA, F. G.; BORTOLOTI, F. D.; SOUZA, L. A. de. Definição de unidades geomorfológicas a partir de navegação e validação de campo utilizando GPS e sistemas de informações geográficas: o caso da Sub-bacia do Rio Castelo (ES). In: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (org.). **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba: UFPR, v. 13, n. 1, p. 42-59, 2007.

COSTA, A. B.; ZOLTOWSKI, A. P. C. Como escrever um artigo de revisão sistemática. In: KOLLER, S. H.; COUTO, M. C. P. de P.; HOHENDORFF, J. V.(org.). **Métodos de pesquisa**: manual de produção científica. Porto Alegre: Penso, 2014. p. 55-70. Disponível em: https://www.biosanas.com.br/uploads/outros/artigos_cientificos/18/6505082c2a7c23986651c7b1f7a4a92e.pdf. Acesso em: 15 jan. 2025.

CUNHA, M. B. da *et al.* Metodologias ativas: em busca de uma caracterização e definição. In: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ (Org.). Educação em debate: práticas e reflexões contemporâneas. Belo Horizonte: **Educação em Revista**, 2024. cap. X, p. 1–21.

DESCUBRA CASTELO. **Construções nas áreas de encosta do rio Castelo, ES** [fotografia]. 2025. Disponível em: <https://descubracastelo.com.br/album-3/#gid=1&pid=10>. Acesso em: 25 maio 2025.

DESCUBRA CASTELO. **Vale da Prata, Castelo, ES.** [fotografia]. 2025. Disponível em: <https://descubracastelo.com.br/papeis-parede-lauriano/#gid=1&pid=20>. Acesso em: 25 maio 2025.

EGIDIO, L. S.; SOUZA, M. N. Recuperação de áreas degradadas na Mata Atlântica: 23 anos de restauração ecológica e agrofloresta na Estância São Lucas, Guaçuí – ES. Restoration of degraded areas in the Atlantic Forest: 23 years of ecological restoration and agroforestry in the Estância São Lucas, Guaçuí - ES. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 14, p. 230-241, 2025. Home page: <https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/7988>. DOI: 10.21664/2238-8869.2025v14i3.7988.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Currículo do Espírito Santo: Ensino Fundamental – Anos Finais: área de Ciências da Natureza e Matemática.** Vitória: Secretaria de Estado da Educação, 2020. v. 6. Disponível em: <https://curriculo.sedu.es.gov.br>. Acesso em: 22 mai. 2025.

FIGUEIREDO, C. H. U. Estudo do oxigênio dissolvido aliado à análise de uso de solo da área de preservação permanente do Rio Castelo-ES, Brasil. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 887-900, 2019.

FIGUEIREDO, C. H. U. Preservação permanente do rio Castelo – trecho urbano do município de Conceição do Castelo, ES. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 900-907, edição especial, mai. 2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/1895>. Acesso em: 18 dez. 2024.

FIGUEIREDO, C. H. U.; TORRES, H. Análise estatística da série histórica da precipitação pluviométrica mensal do município de Castelo, ES. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 908–916, edição especial, maio 2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/1896>. Acesso em: 18 dez. 2024.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019. Disponível em: <https://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835>. Acesso em: 18 dez. 2024.

LOPES, L. de C. F. L.; LANA, C. E. Análise ambiental da bacia do rio Castelo (ES), com ênfase no problema das inundações. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities Research Medium**, Ituiutaba, v. 3, n.

2, p. 529-552, jul./dez. 2012. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/items/fb1d0a52-edad-4c8a-aed8-5ed7cba0262c>. Acesso em: 18 dez. 2024.

MALAVOLTI, J. M. Q. *et al.* A influência dos determinantes ocupacionais no processo de urbanização no município de Castelo - ES. In: SEMINÁRIO CIENTÍFICO DO UNIFACIG, VII., 2021, Manhauçu. **Anais [...]**. Manhauçu: UNIFACIG, 2021. Disponível em: <https://pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/semiariocientifico/article/view/2998/2547>. Acesso em: 18 maio 2025.

MORAES, M. E. B. de; LORANDI, R. (Org.). **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas**. Ilhéus, BA: Editus, 2016. 283 p. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/4wbr2/pdf/moraes-9788574554433.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2024.

MOREIRA De C. J., R. *et al.* Definição de unidades geomorfológicas a partir de navegação e validação de campo utilizando GPS e sistemas de informações geográficas: o caso da sub-bacia do Rio Castelo (ES). **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 13, n. 1, p. 42-59, 2007. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3939/393937701003.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2024.

PICCOLI, M. S. de Q.; STECANELA, N. Popularização da ciência: uma revisão sistemática de literatura. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 49, p. e253818, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/55yQ3zb8pLrwPD3kcdyQFdk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 jan. 2025.

PIROLI, E. L. **Água e bacias hidrográficas: planejamento, gestão e manejo para enfrentamento das crises hídricas** [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2022, 141 p. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/wphz3/pdf/piroli-9786557142981.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2024.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, v. 22, p. 43-60, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/250982612_Gestao_de_bacias_hidrograficas. Acesso em: 10 jan. 2025.

SILVA, M. M. da; SILVA, M. M. da; LOUBACK, G. C.; SOUZA, M. N.; RANGEL, O. J. P.; FERRARI, J. L.; CARDOZO, L. G. C.; PRETO, B. de L.; OLIVEIRA, A. F. M. de; CALABIANQUI, T. N.; BERILLI, A. P. C. G.; BERILLI, S. da S. Uso e cobertura da terra na fazenda São José, município de Muniz Freire, ES. **OBSERVATORIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 21, p. 20818-20833, 2023. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/1386/1461>. DOI: 10.55905/oelv21n11-121.

SOUZA, M. N. **Degradação antrópica e procedimentos de recuperação**

ambiental. Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018. 376 p.

SOUZA, M. N. **Mudanças no uso do solo e da água e a gestão dos recursos naturais.** Frankfurt, Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2015. 376 p.

TUNDISI, J. G. **A água potável pode se transformar em uma miragem.** Museu do Amanhã, 2022. Disponível em: <https://museudoamanha.org.br/pt-br/agua-potavel-pode-se-tornar-uma-miragem>. Acesso em: 16 dez. 2024.

ZABALA, A. **As sequências didáticas e as sequências de conteúdo.** In: A prática educativa – Como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 53-87. Disponível em: <https://ava.pr2.uerj.br/course/view.php?id=253#section-4>. Acesso em: 22 mai. 2025.