

WETLANDS: REFLEXÕES TEÓRICO-CONCEITUAIS ACERCA DO ESTABELECIMENTO DE ÁREAS ÚMIDAS EM TERRAS SECAS

Mirelle Oliveira Silva¹

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
João Pessoa, PB, Brasil



Jonas Otaviano Praça de Souza²

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
João Pessoa, PB, Brasil



Maria Daniely Freire Guerra³

Universidade Regional do Cariri (URCA)
Crato, CE, Brasil

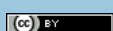


Enviado em 30 jun. 2022 | Aceito em 3 jul. 2024

Resumo: As Áreas Úmidas (AUs) em terras secas se distribuem por várias regiões do planeta, possuem tamanhos e formas/estruturas variadas. Sua dinâmica fisiográfica resulta da ação combinada e do jogo de interações entre os componentes naturais que as constituem. No contexto das áreas sujeitas a climas áridos e semiáridos, as AUs exibem uma singular diversidade de paisagens e, pela umidade fornecida, funcionam como pontos de acesso às populações residentes nas proximidades, além de abrigo para diversas espécies de animais, especialmente nos períodos de estiagem. Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho é tecer uma abordagem teórica acerca dos aspectos conceituais e da dinâmica dos controladores ambientais que operam para o desenvolvimento de AUs, em domínios áridos e semiáridos. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico acurado e definidos critérios de seleção de autores trabalhados, em virtude deste trabalho se tratar de uma pesquisa de cunho teórico-conceitual. Através das discussões apresentadas no texto, pode-se perceber que existem inúmeros conceitos e classificações para AUs, baseadas em uma variedade de critérios que consideram a formação de cientistas, como ainda a localização das AUs. Além disso, notou-se que existem parâmetros ambientais que geram e mantêm as AUs em terras secas, com destaque para a geologia, geomorfologia e hidrogeomorfologia. Isto posto, admite-se que estudos de AUs que busquem contribuir com o desenvolvimento de conceitos e classificações específicas, baseados na atuação dos controladores ambientais, são indispensáveis, uma vez que colaboram com a gestão efetiva dessas áreas naturalmente ameaçadas.

Palavras-Chave: Áreas Úmidas; Parâmetros ambientais; Abordagem teórico-conceitual

1. Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4856-7503>. E-mail: mirelle.oliveira@academico.ufpb.br
2. Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1405-0944>. E-mail: jonas.souza@academico.ufpb.br
3. Doutora em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Professora do Departamento de Geografia da Universidade Regional do Cariri (URCA). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5772-9095>. E-mail: daniely.guerra@urca.br



Este artigo está licenciado com uma licença Creative Commons – Atribuição 4.0 Internacional.

WETLANDS: THEORETICAL-CONCEPTUAL REFLECTIONS ABOUT THE ESTABLISHMENT OF WETLANDS IN DRYLANDS

Abstract: The wetlands (WL) in dry lands are distributed for various regions of the planet, have varied sizes and shapes/structures. Their physiographic dynamics results from a combined action and from the interaction game between the natural components that constitute them. In the context of the areas subject to arid and semi-arid climates, the WLs show a singular diversity of landscapes and for the supplied moisture, they function as access points to populations residing in the vicinity, as well as shelter for different animal species, especially in the dry periods. In this bias, the objective of this work is to weave a theoretical approach about the conceptual aspects and, the dynamics of the environmental controllers that operate for the development of WLs, in arid and semiarid domains. To this end, an accurate bibliographical survey was carried out and selection criteria for the authors used were defined, as this is a theoretical-conceptual study. Through the discussions presented in this text, it can be seen that there are numerous concepts that consider the scientists training, as well as the location of the WLs. Thus, it was noticed that there are environmental parameters that generate and maintain WLs in dry lands, with emphasis on Geology, Geomorphology and Hydrogeomorphology. That said, it is assumed that studies on WLs, which seek to contribute to the development of specific concepts and classifications, based on the performance of environmental controllers, are indispensable, since they collaborate with the effective management of these naturally threatened areas.

Keywords: Wetlands; Environmental parameters; Theoretical-conceptual approach.

HUMEDALES: REFLEXIONES TEÓRICO-CONCEPTUALES SOBRE EL ESTABLECIMIENTO DE HUMEDALES EN TIERRAS SECAS

Resumen: Los humedales existen en varias regiones áridas del planeta Tierra, presentando diferentes tamaños, formas o estructuras. Su dinámica fisiográfica resulta de la interacción entre los componentes naturales constituyentes. En el contexto de áreas bajo climas áridos y semiáridos, ellos presentan una diversidad única de paisajes, ya que sirven de puntos de acceso para las poblaciones que residen en las cercanías, además de refugio para varias especies de animales, especialmente en periodos de sequía. De esa forma, el presente estudio tiene como objetivo principal el abordaje teórico sobre los conceptos de la dinámica de los controladores ambientales que actúan para su desarrollo en dominios áridos y semiáridos. Para ello, se ha realizado un minucioso estudio bibliográfico y se han definido los criterios de selección de los autores utilizados, ya que se trata de un estudio teórico-conceptual. A través de las discusiones presentadas en el mismo, se puede confirmar la existencia de diversos conceptos y clasificaciones distintos para los humedales, basados en una variedad de criterios que dependen de la interpretación de los científicos por su área de formación, así como su ubicación. Además, se señaló la existencia de parámetros ambientales específicos de la geología, geomorfología e hidrogeomorfología, que actúan como sus generadores y mantenedores. Dicho esto, se acepta decir que los estudios de los humedales en tierras secas contribuyen al desarrollo de conceptos y clasificaciones específicas, ya que colaboran con el manejo efectivo de estas áreas vulnerables hasta mismo en las condiciones naturales en las que se encuentran.

Palabras claves: Humedales; Parámetros ambientales; Enfoque teórico-conceptual.



Introdução

As Áreas Úmidas (*wetlands*), ou de forma abreviada AUs, são definidas como ambientes “periodicamente ou continuamente inundados por águas rasas ou com solos encharcados, doces, salobras ou salgadas, com comunidades de plantas e animais adaptadas à sua dinâmica hídrica” (CUNHA *et al.*, 2015, p. 37). Esses ambientes podem se formar em uma variedade de paisagens e configurações climáticas, incluindo terras áridas e semiáridas (TOOTH *et al.*, 2015A). Destaca-se que, nessas regiões de clima seco, as AUs apresentam importância substancial, uma vez que constituem sistemas que dispõem de um significativo aporte hídrico, atuando como principais fornecedores de água e alimentos (SCOONES, 1992; TOOTH *et al.*, 2015A), além de funcionar como abrigo para diversas espécies de animais, especialmente nos períodos de estiagem.

O desenvolvimento de AUs em terras secas é forjado a partir da atuação de controladores ambientais – estruturais e esculturais –, os quais viabilizam seu funcionamento. Aponta-se, nesta revisão, o contexto geológico, geomorfológico, pedológico, hidrogeológico, hidrogeomorfológico e de vegetação enquanto mecanismos de atuação para o desenvolvimento de AUs, atentando para as

diferenciações dessas áreas geradas a partir da ação dos parâmetros que controlam sua gênese e manutenção.

Dessa forma, o desdobramento de estudos que busquem avaliar, de modo acurado, a dinâmica e o funcionamento dessas áreas em terras secas, considerando esses controladores ambientais, emerge como necessário para subsidiar e apoiar o planejamento e o desenvolvimento sustentável de tais ambientes (MANZANO; BARRERA, 2002; TOOTH *et al.*, 2015A).

Nessa perspectiva, neste trabalho, busca-se contribuir com a compreensão do desenvolvimento de AUs inseridas no domínio de terras áridas e semiáridas. Assim, a análise dos controladores supramencionados torna-se fundamental, destacando, ainda, sua atuação, bem como apresentando as técnicas e os procedimentos utilizados para o entendimento de tais processos.

Para tanto, este trabalho encontra-se organizado em três momentos. O primeiro, de modo geral e inicial, trata das definições e classificações de AUs. No segundo, é realizada a discussão acerca dos controladores ambientais e sua atuação no surgimento e na manutenção de AUs em terras secas. Por último, uma análise a respeito das técnicas e dos procedimentos de estudo das AUs é efetuada, finalizando o debate. Ademais, anterior a essas discussões, faz-se uma apresentação prévia de como o trabalho foi elaborado, no segmento sobre a construção metodológica.

Construção Metodológica

O trabalho em tela trata-se de uma construção teórico-conceitual acerca do estabelecimento de AUs em terras secas. Nesse sentido, para a elaboração deste, foi realizado um levantamento bibliográfico acurado, com o intuito de buscar o máximo de pesquisas relacionadas a essa temática.

Inicialmente, a busca pelos trabalhos foi realizada a partir da plataforma Google Acadêmico e do Portal de Periódicos Capes, utilizando expressões como: Áreas Úmidas; *Wetlands in drylands*; Classificação; Parâmetros ambientais; semiárido, entre outras. Por meio dessas plataformas, foram acessados inúmeros trabalhos, os quais embasaram esta construção teórica.

A posteriori, os trabalhos foram distribuídos entre nacionais e internacionais, para uma melhor organização, e, a partir dessa separação, foram definidos critérios, com o intuito de selecionar pesquisas pertinentes e pontuais sobre o tema buscado. O quadro 1 apresenta os critérios usados para a escolha.

Quadro 1 – Critérios utilizados na seleção de trabalhos para a construção teórico-conceitual

CRITÉRIOS	
1	Autores nacionais e internacionais que apresentassem definições de AUs a partir de diferentes pontos de vista, de acordo com cada área de atuação.
2	Distintas classificações de AUs, sejam AUs ribeirinhas, salinas, de cabeceira de drenagem etc.
3	Parâmetros ambientais, os quais são considerados em cada classificação.
4	Análise de diferentes modelos e formas de investigação nas AUs, tanto em regiões de clima úmido quanto de clima seco.
5	Trabalhos que apresentassem condições ambientais necessárias para a gênese e para a manutenção de AUs em terras secas, sejam a partir da geologia, geomorfologia, hidrologia, hidrogeomorfologia, ecologia etc.

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Por fim, após a organização, foi definida a estrutura do trabalho, para que este contemplasse o levantamento teórico realizado e pudesse apresentar os conceitos, as propostas de classificação e os modelos de análises das AUs em terras secas. Todavia, ressalta-se que, apesar desta construção destacar as *Wetlands ind Drylands*, este trabalho, de modo geral, apresenta as AUs em outros contextos climáticos, a fim de apresentar as diferenças identificadas entre esses ambientes em cenários distintos.

Assim, este trabalho dividiu-se em três tópicos: (1) Áreas Úmidas: definições e classificações; (2) *Wetlands in drylands*: controles ambientais para ocorrência de Áreas Úmidas em terras secas; (3) Métodos e procedimentos de análise dos condicionantes ambientais das AUs.

Áreas Úmidas: definições e classificações

Áreas Úmidas constituem ambientes que dispõem de uma vultosa relevância ecológica, hidrológica, geomorfológica etc. Todavia, embora apresentem grande diversidade e funcionalidade, as AUs ainda sofrem com a negligência por parte dos órgãos superiores, no que se refere a sua gestão e proteção.

O reconhecimento da importância, bem como da sua funcionalidade atrelada às inquietações a respeito de sua classificação, proteção e gestão sustentável, começou a se estabelecer na segunda metade do século XX. A convenção ocorrida em 1971, na cidade de Ramsar, no Irã, nominada de Convenção Internacional sobre Zonas Úmidas, foi considerada o primeiro encontro internacional a tratar da valorização das AUs, (GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2018).

Nessa convenção, delineou-se um conceito referente às AUs, uma definição mais genérica, que pudesse resolver a inquietação sobre a classificação dessas áreas. Desse modo, definiram-se as AUs como áreas de pântanos, brejos, turfeiras com presença de água, seja natural ou artificial, permanente ou temporária, estática ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas marinhas cuja profundidade na maré baixa não ultrapasse 6 metros (RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, 2013). Cabe destacar que essa convenção tratou das AUs considerando ambientes de grande extensão territorial, envolvendo grandes unidades de relevo.

Entretanto, essa designação ainda é simplista. Ao longo das últimas décadas, pesquisadores do mundo todo buscaram compreender a dinâmica das AUs, a fim de classificá-las e defini-las. Entretanto, em virtude de suas “diversas condições físicas e biológicas, variando em *dimensões*, clima, hidrologia e geomorfologia, além de estarem muito sujeitas a influências antrópicas e aos mais diversos interesses”, as AUs constituem ecossistemas difíceis de serem definidos (BOZELLI *et al.*, 2018, p. 122).

Do mesmo modo, Cowardin *et al.* (1979) ressaltam que não há um único, correto, indiscutível e ecológico conceito para Áreas Úmidas, em virtude da grande diversidade desses ambientes e em razão da demarcação entre ambientes secos e úmidos se encontrarem ao longo de um *continuum*.

Além disso, as diferentes formações dos cientistas, bem como do seu campo de atuação, podem gerar disparidades no conceito de AUs. Um botânico definiria esses espaços, por exemplo, focando nas espécies vegetais predominantes no ambiente; um hidrólogo, nas flutuações do nível freático, bem como na duração da inundação; um cientista do solo, por sua vez, centraria sua análise

nos diferentes tipos de solos presentes, com ênfase nos solos mal drenados. Desse modo, uma infinidade de definições de AUs pode ser desenvolvida, com base em diferentes áreas de especialização ou interesse (TINER, 2017; GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2017).

Em virtude dessa problemática, surgem, no mundo inteiro, vários sistemas de classificações de AUs com enfoques distintos. Nesse contexto, diversos países adotaram e apresentaram legislações específicas, bem como uma série de instrumentos que pudessem atuar na identificação e classificação das AUs (GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2018).

As primeiras classificações tomaram como base, especialmente, as condições fisionômicas das AUs, considerando a hidrologia e a vegetação como elementos centrais para tais elaborações (GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2018). Nesse contexto, no âmbito internacional, destacam-se o sistema desenvolvido por Cowardin *et al.* (1979), o sistema de Ramsar (SCOTT; JONES, 1995, RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, 2013), bem como o sistema proposto por Ollis *et al.* (2013), o qual apresenta, na classificação, parâmetros hidrogeomorfológicos (HGM), essenciais para delineamentos das AUs.

Nessa perspectiva, Cowardin *et al.* (1979) definem as AUs, em termos gerais, como terras onde a saturação por água corresponde ao fator dominante, o qual determina a natureza do desenvolvimento do solo, bem como dos tipos de comunidades vegetais e animais que vivem no solo e em sua superfície. A estrutura dessa classificação é hierárquica, progredindo a partir de sistemas e subsistemas, dos níveis mais gerais, para as classes, subclasses e tipos dominantes. Os sistemas são divididos em: Marinho, Estuarino, Fluvial, Lacustre e Palustre (COWARDIN *et al.*, 1979).

A classificação de Ramsar, também de caráter hierárquico, adotou um sistema que inclui 42 tipos de AUs, agrupados em três grandes categorias: sistema Marinho e Costeiro, sistema de Áreas Úmidas Interiores e sistemas Artificiais. Essa classificação se destina a fornecer subsídios, a partir do sistema adotado, para auxiliar na identificação dos diferentes tipos de AUs do mundo, incluindo as AUs artificiais (SCOTT; JONES, 1995 e RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, 2013).

Hodiernamente, Ollis *et al.* (2013) propuseram um sistema de classificação para AUs na África do Sul. Os autores adotaram, para as AUs, a definição encontrada na Lei Nacional da Água da África do Sul (Lei nº 36 de 1998), sendo tais áreas definidas como: ambientes de transição entre os sistemas terrestre e aquático, onde o lençol freático está geralmente na superfície ou perto da superfície, ou é periodicamente coberto com água rasa, abrigando vegetação tipicamente adaptada à vida em solo saturado. Essa classificação divide-se em seis níveis hierárquicos: 1º sistemas Marinhos, Estuarino e Interior; 2º Configuração Regional; 3º Unidades de Paisagem; 4º Classes Hidrogeomorfológicas; 5º Regime Hidrológico e o 6º nível diferencia as classes a partir das características estruturais, químicas e biológicas. Todavia, o foco desse delineamento encontra-se no quarto nível, uma vez que o parâmetro HGM é adotado como fator central nessa classificação (OLLIS *et al.*, 2013).

No Brasil, 20% do território é composto por AUs (CUNHA *et al.*, 2015). Todavia, apesar dessa significativa estatística, as AUs brasileiras ainda são negligenciadas. “Consideramos, todavia, que a maior ameaça para as AUs brasileiras é a falta de uma legislação específica, baseada no conhecimento científico, que regule a proteção dessas áreas” (CUNHA *et al.*, 2015, p. 29).

Assim, a classificação desses ambientes emerge como essencial para estimular a elaboração de políticas que, amparadas no conhecimento científico, possam atuar na gestão e na proteção dessas áreas. Desse modo, citam-se aqui delineamentos propostos para o território brasileiro, desde classificações mais específicas a mais geral, a qual se dispõe a incluir as AUs de todo o país.

Nesse sentido, no que se refere a delineamentos de caráter mais geral, Cunha *et al.* (2015), a partir do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Áreas Úmidas (INAU), propuseram uma

classificação para AUs brasileiras em seus Macrohabitats. Foram realizados delineamentos e classificações dos macrohabitats do Patanal Mato-grossense, e das várzeas amazônicas, considerando suas posições na classificação das AUs brasileiras.

De modo específico, Maltchik *et al.* (2004) elaboraram uma classificação de AUs para o Rio Grande do Sul. Essa proposta é hierárquica e divide-se em quatro níveis com base em fatores hidrogeomorfológicos e biológicos (subsistemas, tipos, classes e subclasses), onde o sistema palustre, o maior, é dividido em quatro subsistemas: palustre, lacustre, ribeirinho e várzea.

Do mesmo modo, Junk *et al.* (2011) propuseram um sistema de classificação para os grandes tipos de AUs amazônicas, com base em parâmetros climáticos, hidrológicos, hidroquímicos e botânicos. Esse delineamento divide as AUs naturais em um grupo com níveis de água bastante estáveis e outro com níveis de água oscilantes. Por fim, esses grupos são subdivididos em 14 tipos principais de AUs.

Essas propostas, de acordo com Cunha *et al.* (2015), contribuíram para a elaboração de uma classificação mais abrangente das AUs brasileiras. O delineamento das AUs encontradas no território brasileiro proposto por Cunha *et al.* (2015) engloba, no 1º nível, divisões análogas ao sistema de Ramsar. Dessa forma, essa classificação dividiu-se em três níveis hierárquicos: (1) sistemas, (2) unidades definidas por fatores hidrológicos e (3) unidades definidas por plantas superiores. Sendo o 1º nível diferenciado em três categorias: (1) AUs costeiras, (2) AUs interiores e (3) AUs antropogênicas.

Dessa forma, com base nessa proposta, visando alcançar uma definição que abrangesse os diversos tipos de AUs brasileiras, Cunha *et al.* (2015) propuseram o seguinte conceito:

Áreas Úmidas (AUs) são ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos, continentais ou costeiros, naturais ou artificiais, permanentemente ou periodicamente inundados por águas rasas ou com solos encharcados, doces, salobras ou salgadas, com comunidades de plantas e animais adaptadas à sua dinâmica hídrica (CUNHA *et al.*, 2015, p. 37).

Além das classificações acima descritas, outras propostas mais recentes e específicas de delineamentos surgiram, apoiadas nas classificações anteriores, como a classificação apoiada nos critérios hidrogeomorfológicos proposta por Gomes e Magalhães Junior (2018) e Gomes e Magalhães Junior (2020), para o estado de Minas Gerais. Cabe destacar que o parâmetro (HGM) “tem sido cada vez mais utilizado e reconhecidos na classificação das AUs, pois além de serem determinantes na sua formação, abarcam o quadro morfológico da paisagem, que condicionam diferentes tipos de AUs” (GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2018, p. 4).

Ademais, destacam-se outras classificações efetivadas a partir de áreas menores, visando identificar os diferentes tipos de AUs no ambiente, como a classificação das Áreas Úmidas hipersalinas da bacia hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu e da Faixa Litorânea norte de Escoamento Difuso (SILVA; COSTA, 2016); a classificação das Áreas Úmidas no sistema estuarino do Rio Piranhas-Açu, no nordeste do Brasil (SALDANHA; COSTA, 2019); mapeamento e classificação de Áreas Úmidas a partir de modelos digitais de elevação, na bacia hidrográfica do Rio Gravataí, no Rio Grande do Sul (GUASSELLI; SIMIONI; LAURENT, 2020); entre outros.

Todavia, é relevante destacar que até o momento não foram desenvolvidas classificações para AUs localizadas no semiárido brasileiro, fato que dificulta o desenvolvimento de legislações

específicas que possam proteger essas áreas, naturalmente vulneráveis e que dispõem de grande relevância para a população que convive com a escassez hídrica.

Ressalta-se que tal circunstância manifesta-se como fator crítico, considerando que é partir dessas classificações que novos estudos são gerados e, dessa forma, o valor desses ambientes passa a ser cada vez mais reconhecido, uma vez que são áreas que dispõem de alto valor socioeconômico, em virtude de resguardar o recurso indispensável à manutenção da vida: a água.

Wetlands in drylands: controles ambientais para ocorrência de Áreas Úmidas em terras secas

As Terras Secas (áridas e semiáridas) cobrem aproximadamente 41% da superfície terrestre, distribuídas por todos os continentes em latitudes tropicais e temperadas, como aponta o relatório da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2019). Essas áreas, ainda que exponham condições climáticas adversas, acomodam AUs, sendo estas mantidas a partir de uma série de controladores ambientais, os quais forjam sua gênese e dinâmica. Tooth e McCarthy (2007), em um trabalho sobre *wetlands* em áreas secas (*drylands*) na África, destacam a importância do conhecimento acerca desses ambientes úmidos em áreas secas, especialmente tratando-se da geomorfologia e da sedimentologia.

Nesse contexto, Tooth e McCarthy (2007) salientam que a “sobrevivência” das AUs em terras secas é condicionada pelo balanço hídrico positivo em uma parte ou durante o ano todo, bem como pela influência de rios perenes ou intermitentes, como é o caso da área estudada pelos autores, no sul da África. Nessa perspectiva, salientam que o emprego do termo *Wetlands in drylands* soa de maneira contraditória, uma vez que regiões áridas ou semiáridas exibem *déficits* globais de águas superficiais, resultantes das baixas taxas encontradas entre a precipitação e a evaporação potencial.

Assim sendo, a manifestação das AUs em áreas de clima semiárido, em muitos casos, expressa condições pretéritas, como flutuações climáticas, alterações geomorfológicas regionais e locais, movimentação tectônica, entre outros. Essas mudanças, muitas vezes, provocam uma reorganização na superfície, possibilitando o aparecimento de ambientes que abrigam umidade considerável, tornando-se AU em meio a áreas de clima quente e seco, visto que as condições atuais não favorecem o surgimento dessas. Por esse motivo, ao analisar AUs em terras secas, é necessário considerar esses fatores, os quais são responsáveis por sua formação. Como evidenciaram Ellery *et al.* (2009), as AUs são produtos de uma ampla gama de processos e compreender esses sistemas exige que sejam examinados e entendidos a partir de uma gama igualmente ampla de perspectivas.

Existe, dessa forma, um conjunto associado de fatores que contribuem para a formação desses ambientes. A extensão e as características estruturais, bem como funcionais de tais áreas dependem das particularidades climáticas, hidrológicas e geomorfológicas regionais (CUNHA *et al.*, 2015). Esses componentes ambientais controladores das AUs apresentam-se diversos, alterando-se conforme o contexto climático inserido. Essas variáveis vão apresentar características, bem como dinâmicas distintas, expondo, dessa forma, uma variedade de controladores que são necessários para o desenvolvimento das AUs.

Nessa perspectiva, as generalizações elaboradas sobre suas características são capciosas ou até mesmo sem sentido, tendo em vista que sempre haverá inúmeras exceções. Em uma escala global e considerando um nível de análise de primeira ordem, muitas das características comuns às AUs em áreas secas divergem das características típicas de muitas AUs em ambientes mais úmidos, como a conjuntura hidrológica, formas dos canais de rios, a hidroquímica, a ação do fogo e de processos eólicos e o tempo de desenvolvimento (TOOTH; MCCARTHY, 2007). São detalhados, a

seguir (quadro 2), esses cinco fatores que distinguem tais ambientes, com ênfase nas AUs presentes na África do Sul e no semiárido brasileiro.

Quadro 2 – Descrição dos fatores que atuam na diferenciação de AUs em terras secas e em terras úmidas

Fatores (TOOTH; MCCARTHY, 2007)	Descrição geral	Análise dos fatores considerando o semiárido brasileiro
Conjuntura hidrológica	Em áreas semiáridas ou áridas, a manutenção das AUs necessita da combinação das vazões dos rios com fatores que promovam, localmente, equilíbrios positivos de água na superfície, uma vez que, nesses ambientes, a precipitação local, assim como a água subterrânea não desempenham papéis importantes na hidrologia da maioria das Áreas Úmidas de porte maior, embora possam ser importantes para AUs menores, como nas AUs mantidas em regiões de condição climática distinta.	No semiárido brasileiro, essa conjuntura também pode ser considerada, tendo em vista que a manutenção das AUs nesse ambiente precisa encontrar-se associada a fatores que possam manter a umidade na área. Destacam-se, nesse contexto, as AUs formadas e mantidas a partir de estruturas geológicas e hidrogeológicas (GUERRA, 2019; GUERRA <i>et al.</i> , 2020), onde a exsudação do lençol freático torna-se fundamental para que as AUs se desenvolvam, sendo, portanto, condição importante na hidrologia dessas áreas no Nordeste do Brasil.
Formas e processos dos canais de rios	Em terras secas, os canais podem diminuir de tamanho, ou ainda desaparecer ao longo do rio. As diminuições no tamanho ocorrem, usualmente, em virtude de uma combinação de reduções a jusante no gradiente do canal, como perdas de transmissão através dos leitos do canal, vazamento por meio das margens do canal, desvio para canais distributivos menores etc. As AUs encontradas em ambientes úmidos, onde os segmentos desses ambientes encontram-se associados à atividade de rios, são normalmente permeadas por canais perenes, os quais tendem a aumentar de tamanho a jusante.	Esse processo também pode ser observado no contexto do semiárido brasileiro, tendo em vista que a maior parte dos rios do semiárido possui drenagem intermitente ou efêmera (CORRÊA <i>et al.</i> , 2019). Desse modo, as modificações nos canais podem ocorrer, como a própria diminuição destes, por meio da perda da transmissão de material ao longo do canal, após o período chuvoso. Nesse sentido, as AUs mantidas por fluxos de rios com esses perfis tendem a passar por períodos de dessecação, consistindo em AUs sazonais.
Conjuntura hidroquímica	Em ambientes áridos ou semiáridos, por efeito das taxas mais baixas entre precipitação e evapotranspiração potencial, assim como dos períodos frequentes de dessecação generalizada, há o acúmulo de íons, que, em regiões de clima úmidos, são normalmente liberados da superfície, bem como dos sedimentos subterrâneos das AUs. Assim, esse acúmulo em níveis altos de íons favorece consideravelmente a alcalinidade, podendo ainda, a partir desses processos de sedimentação química, levar ao endurecimento dos sedimentos do canal ou ao crescimento e à coalescência de ilhas salinizadas ou sódicas.	No semiárido nordestino, de modo genérico, esse efeito gerado a partir das condições hidroquímicas apresenta-se de modo menos intenso, uma vez que os níveis de precipitação, ainda que baixos, sendo ultrapassados pelas taxas de evaporação potencial, não favorecem o acúmulo de íons na superfície de maneira acentuada. Nesse sentido, o processo de crostas nos leitos que podem gerar AUs, assim como o desenvolvimento de ilhas salinizadas se manifestam de forma menos frequente, mais comuns em áreas áridas.

Ação do fogo e processos eólicos	Nas AUs situadas em terras áridas, à custa dos períodos frequentes de dessecação generalizada, onde o potencial de acumulação de depósitos orgânicos espessos ou turfosos é limitado, as taxas de decomposição aumentam e os depósitos tornam-se vulneráveis a incêndios. Dessa forma, a dessecação e a queima levam a uma perda da vegetação estabilizadora, o que aumenta o potencial de erodibilidade dos sedimentos superficiais pelo vento. Isso não ocorre, de um modo geral, nas AUs encontradas em outro contexto climático, uma vez que o período de inundação é mais frequente, o que mantém o acúmulo de depósitos orgânicos espessos, protegendo a área da ação do fogo e dos processos eólicos, tendo em vista que a vegetação permanece preservada.	O processo de erosão eólica no semiárido brasileiro não se apresenta de modo recorrente como a erosão causada pelo impacto da chuva. As AUs mantidas a partir de fluxos de rios efêmeros ou intermitentes tendem a passar por períodos consideráveis de dessecação. Dessa forma, a vegetação estabilizadora pode secar durante esse período, deixando o ambiente suscetível à erosão pluvial. Todavia, a característica referente à ação do fogo de maneira natural, apresenta-se de modo mais comum no domínio do Cerrado (NASCIMENTO, 2001).
A cronologia de desenvolvimento	As AUs em terras áridas possuem histórias mais longas de desenvolvimento, apresentando características como canais abandonados e sucessões sedimentares localmente espessas, as quais expõem registros valiosos de mudanças ambientais. Em contrapartida, em ambientes úmidos, as AUs possuem histórias relativamente curtas, como exemplo, citam-se as AUs encontradas nas latitudes médias à alta do hemisfério norte, as quais se desenvolveram a 10-15 Ka, a partir da recessão de camadas de gelo.	Considerando a conjuntura do semiárido brasileiro, ressalta-se que a área apresenta um balanço hídrico negativo, onde boa parte de seus canais não dispõe de água o ano todo, predominando os rios intermitentes e efêmeros. Desse modo, avaliando essa conjuntura, as Áreas Úmidas associadas a esses fluxos, apresentam temporalidades mais longas de evolução (CORRÊA <i>et al.</i> , 2019).

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

A partir da apresentação desses fatores (quadro 2), percebem-se, de modo manifesto, os empecilhos que impossibilitam, em muitos casos, o desenvolvimento de AUs em terras secas. O clima atual, embora opere na diferenciação dos cenários ambientais onde se inserem as AUs, em climas adversos, não emerge como fator determinante na constituição dessas. Ratifica-se essa afirmação considerando que os contextos climáticos áridos e semiáridos abrigam AUs, as quais podem apresentar ambientes com umidade constante. Salienta-se, desse modo, que as condições geológicas, geomorfológicas, hidrogeológicas, hidrogeomorfológicas manifestam-se como elementos importantes no controle e na estruturação das AUs.

Nesse contexto, considerando esses fatores controladores das AUs em terras secas, destacam-se: a geologia, no que diz respeito à composição litológica da área, considerando a permeabilidade ou impermeabilidade do material (TOOTH e MCCARTHY, 2007; MELLY *et al.*, 2017); a geomorfologia, no que se refere a superfícies de aplainamento, ao processo de deposição de sedimentos, à constituição de planícies de inundação, à declividade apresentada, à configuração em vale e à forma da encosta (TOOTH; MCCARTHY, 2007; TOOTH *et al.*, 2015B; TOOTH, 2017; LIDZHEGU *et al.*, 2019); a hidrogeologia, considerando a formação de aquíferos suspensos a partir de contanto de rochas permoporosas sobrepostas a litologias impermeáveis e a exsudação do lençol freático (WINTER; LABAUGH, 2003; GUERRA, 2019; GUERRA *et al.*, 2020); a pedologia, tendo em vista o

desenvolvimento de solos hidromórficos em tais ambientes (RAMOS *et al.*, 2006); e a hidrogeomorfologia, na formação de zonas infiltração em encostas, AUs planas e elevadas, AUs de fundo de vales etc. (OLLIS *et al.* 2013; GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2020).

A atuação da geologia, nesse sentido, expõe-se a partir da dinâmica das camadas litológicas, como a presença de afloramentos rochosos, os quais atuam na retenção da água, impedito sua infiltração total. Assim, a água é preservada no sistema, configurando, desse modo, uma Área Úmida, mesmo que passe por períodos de dessecação sazonalmente. Outro fator geológico que ganha destaque são as falhas tectônicas, uma vez que, combinado com fluxos de rios, perenes ou intermitentes, mantêm umidade nas AUs encontradas em terras secas (TOOTH; MCCARTHY, 2007).

Tem-se, como exemplo, o desenvolvimento de AUs que se formam a partir do desenvolvimento de uma camada rochosa impermeável, encontrada abaixo da superfície, a qual permite a formação de um lençol freático suspenso, sendo esse essencial na formação e na manutenção das “*wetlands*” situadas em regiões de climas áridos ou semiáridos. Nesse sentido, enfatiza-se a ocorrência de AUs no sudeste da África do Sul. Evidenciam-se, especificamente, três AUs com características hidrogeomorfológicas distintas, baseadas na classificação proposta por Ollis *et al.* (2013). São elas: planícies alagadas, zonas de infiltração (*seep*) e AUs em depressão (MELLY *et al.*, 2017).

A compreensão dos processos geomórficos na formação e estruturação das AUs (TOOTH *et al.*, 2015B; TOOTH, 2017; LIDZHEGU *et al.*, 2019) se traduz a partir de ambientes onde a geomorfologia se destaca no desenvolvimento das AUs. Desse modo, destacam-se as AUs condicionadas por dinâmicas fluviais, como as mantidas a partir do fluxo da água e de sedimentos transportados pelos rios, constituindo áreas de planície de inundação (ELLERY *et al.*, 2009; TOOTH e MCCARTHY, 2007). Nesse contexto, evidenciam as AUs localizadas em terras elevadas na África austral, especificamente a *Wetland Kafue*, situado na República de Zâmbia (LIDZHEGU *et al.*, 2019), assim como, enfatizando de modo específico, a ação dos processos de erosão e sedimentação que atuam na dinâmica dos ambientes em epígrafe (ELLERY *et al.*, 2009).

Como segundo exemplo, têm-se as AUs alimentadas por fluxo perene de rios, destacando o delta do Okavango, na África do Sul. Cabe destacar, ainda, a atuação dessas variáveis na formação de pequenas AUs, desenvolvidas ao longo de rios efêmeros. Embora esses ambientes apresentem áreas relativamente menores, por efeito do fluxo sazonal dos canais, de modo coletivo, formam AUs significativas em um ambiente sazonalmente seco TOOTH; MCCARTHY (, 2007).

Outro condicionante evidenciado corresponde à conjuntura hidrogeológica. Certos ambientes inseridos em clima seco apresentam condições oportunas para desenvolvimento de AUs, a partir da dinâmica exposta pela hidrogeologia, como a estruturação de camadas geológicas que permitem o desenvolvimento de aquíferos, os quais, a partir de ressurgências, alimentam canais que originam e mantêm esses ambientes. Aponta-se, como exemplo, a conjuntura encontrada na Chapada do Araripe, nordeste do Brasil, onde os ambientes úmidos encontrados sob influência da Chapada, denominados de veredas, são condicionados substancialmente pela conjuntura hidrogeológica (GUERRA, 2019; GUERRA *et al.*, 2020).

AUs isoladas também se apresentam como ambientes estruturados e mantidos pela conjuntura hidrogeológica. Essas áreas são caracterizadas pela ausência de conexão superficial, mas são definidas como AUs que se encontram interligadas e alimentadas a partir de fluxos subterrâneos (WINTER; LABAUGH, 2003). Em áreas de clima seco, o comportamento dessa variável manifesta-se como determinante na constituição de AUs com pulsos de inundação frequentes.

Por fim, a conjuntura hidrogeomorfológica, cada vez mais estudada e incorporada nas classificações e caracterizações das AUs (OLLIS *et al.*, 2013; GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2018;

GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2020), apresenta-se como variável primordial para o advento das AUs em terras secas, “[...] pois além de serem determinantes na sua formação, abarcam a diversidade de quadros morfológicos da paisagem, que condicionam diferentes tipos de AUs” (GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2018).

Embora os estudos realizados incorporando este parâmetro no Brasil tenham se desenvolvido em regiões de climas mais úmidos do que o encontrado no semiárido brasileiro, a exemplo de Minas Gerais (GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2018; GOMES; MAGALHÃES JUNIOR 2020), verifica-se a relevância da inserção e análise desta variável nas AUs de clima árido ou semiárido, assim como consideraram Ollis *et al.* (2013) na classificação das AUs na África do Sul.

Em suma, o surgimento e a manutenção das AUs em regiões de clima seco dependem essencialmente da atuação dos controladores ambientais apresentados e discutidos neste tópico. A atuação de cada condicionante influencia diretamente a diversidade ambiental, a qual forja cenários capazes de abrigar AUs intermitentes e perenes, mesmo que as condições climáticas hodiernas sejam desfavoráveis.

Métodos e procedimentos de análise dos condicionantes ambientais das Aus

Os condicionantes ambientais configuram-se como elementos controladores da composição e da dinâmica de paisagens naturais. Destacam-se por atuar no desenvolvimento desses ambientes de modo complexo, a partir de interações com o espaço onde se processam. Nesse sentido, a identificação e o registro da atuação desses controladores tornam-se essenciais para o entendimento da dinâmica dos ambientes naturais.

Neste trabalho, esses condicionantes são evidenciados na estruturação e controle de AUs, especialmente os ambientes localizados em regiões de clima seco. Desse modo, a análise de estudos que indicam e caracterizam a atuação desses componentes em AUs inseridas em contextos climáticos desfavoráveis a sua formação auxilia em seu reconhecimento, assim como nas formas de identificação dos controladores.

Como mencionado anteriormente, os controladores observados na estruturação das AUs em terras áridas e/ou semiáridas são de ordem geológica, hidrogeológica, geomorfológica, hidrogeomorfológica e/ou pedológica. Nesse contexto, os parâmetros identificados e utilizados nos estudos desenvolvidos sobre AUs são incorporados na análise desses controladores.

Em trabalhos desenvolvidos sobre *wetlands in drylands* no sul do continente africano, são destacados parâmetros de ordem geológica, hidrogeológica e geomorfológica (TOOTH e MCCARTHY, 2007; TOOTH, 2017; MELLY, *et al.*, 2017; LIDZHEGU *et al.*, 2019), na estruturação de ambientes úmidos. Para a identificação e averiguação do comportamento dos componentes geológicos, Lidzhegu *et al.* (2019) sobrepueram os limites das AUs ao Mapa Geológico de 2009 dos Países da Comunidade de Desenvolvimento da África austral. Para delineamento das características geomórficas componentes das AUs, os autores utilizaram informações topográficas, obtidas a partir do MDE, por meio do *Shuttle Radar Topography Mission* SRTM, resolução espacial de 30 m. Além disso, os autores destacam a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e sensoriamento remoto como ferramentas úteis para aquisição de informações sobre sistemas de AUs que são difíceis acessar.

Melly *et al.* (2017) consideraram o parâmetro camadas de rochas e solos com características impermeáveis na implicação do desenvolvimento de AUs na África austral. Nesse sentido, realizaram

coletas de solos, atendendo a uma profundidade de 1,3 m ou até alcançarem a rocha, bem como analisaram os minerais predominantes através da difração de raios X, identificando a montmorilonita, a illita e a haloisita. Dessa forma, durante as coletas, camadas impenetráveis de solo, constituídas de calcrete, rochas e argila, foram alcançadas dentro de 1 m de superfície, acima do aquífero regional. Essas formações impermeáveis conseguem acomodar a água durante um período e, dessa forma, constituem-se como AUs.

Tooth e McCarthy (2007) usaram parâmetros geomorfológicos e sedimentológicos para caracterizar AUs na África do Sul. Consideram que as AUs se desenvolvem em terras secas em virtude de afluições dos rios que se combinam com outros fatores, os quais servem para impedir a drenagem ou reduzir a infiltração, que incluem falhas, afloramentos rochosos, solos dilatados e formações de lagoas por sedimentos tributários ou eólicos.

Do mesmo modo, Tooth (2017) considerou a geomorfologia como parâmetro para caracterizar AUs que apresentavam maior resiliência, também na África do Sul. Para tanto, desenvolveu seu estudo com base em imagens de satélites e aéreas, dados de campo e geocronologia, com base em um conjunto de dados, o qual foi utilizado para fornecer a estrutura espacial (até 50 km²) e temporal (final do Quaternário), para uma avaliação da resiliência. Destacou, portanto, que, nas AUs em terras secas, a ambiguidade na definição de resiliência é composta pela ampla variedade de características de zonas úmidas resultantes de diversas combinações de controles hidroclimáticos, geológicos, geomorfológicos, edáficos, vegetativos e antropogênicos.

Augustin *et al.* (2009) destacam a relevância de se analisar os aspectos geomorfológicos de AUs, classificadas como Veredas no domínio do Cerrado. Nesse trabalho, considerando a análise desse parâmetro, foram realizados transectos ao longo do ambiente úmido, coletas de solos e radargramas por todo o percurso dos transectos. Os radargramas foram executados com o auxílio do Georadar (*Ground Penetrating Radar-GPR*).

Os autores ressaltam a presença de argila-orgânica, que aparentemente funciona como uma camada tampão, criando condições para a retenção da água na superfície por um período mais prolongado. Sugerem, portanto, a presença de nível freático suspenso (*perched water-table*), assim como, do mesmo modo, Lidzhegu *et al.* (2019) apontam também a presença de níveis freáticos suspensos, acima do aquífero regional, mas em áreas da África do Sul.

Para a identificação dos parâmetros hidrogeomorfológicos, atualmente bastante discutido e incorporado nas análises e classificações de AUs (OLLIS, 2013; GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2018; GOMES; MAGALHÃES JUNIOR, 2020), em seu trabalho sobre AUs no estado de Minas Gerais, Gomes e Magalhães Junior (2020) analisaram critérios geomorfológicos, como a forma (plana, deprimida ou côncava), a posição na paisagem (topos de morro, vertentes e fundos de vale) e contexto geomorfológico de ocorrência, os processos (perda ou acumulação de materiais), assim como o tipo de materiais associados. Consideraram ainda os processos hidrológicos, tendo em vista os dados de origem/entrada da água predominante (superficial ou subsuperficial), a dinâmica da água prevalente (tipo de movimento e saída da água) e o regime hidrológico (permanente ou temporário).

Em um estudo realizado na porção leste do Canadá, Tiné *et al.* (2019) destacam a importância da modelagem para averiguação das mudanças espaço-temporais ocorridas em AUs. Para tanto, consideraram a saturação do solo, acompanhada de uma fraca drenagem do mesmo, como parâmetros usados para caracterizar as AUs. Nesse estudo, analisaram-se as AUs abertas, ambientes onde a cobertura vegetal é menos que 25% (LEMELIN *et al.*, 2010). Uma reclassificação de imagens LANDSAT de 1985, 1995 e 2005, a elaboração de mapas de transição potencial da cobertura

de terra, assim como a elaboração de uma abordagem de modelagem híbrida foram os procedimentos usados, a fim de simular mudanças das AUs abertas, no Canadá.

As AUs, constituindo ambientes de grande complexidade (TINÉ *et al.*, 2019), apresentam uma gama de controladores, os quais são condicionados a partir da configuração climática, bem como do contexto geomorfológico e geológico da região onde encontram-se inseridos. O quadro 3 apresenta de forma sintetizada os parâmetros, os procedimentos, assim como as ferramentas usados para analisar os parâmetros ambientais controladores das AUs, considerando os estudos dos Autores supramencionados.

Quadro 3 - Síntese dos parâmetros e métodos empregados no estudo de Áreas Úmidas

Autores (as)	Controladores e parâmetros considerados	Métodos (procedimentos e ferramentas) utilizados
Lidzhegu <i>et al.</i> (2019)	Geologia, hidrogeologia e geomorfologia.	Mapa geológico da área, SIGs, informações topográficas (SRTM, 30 m).
Melly <i>et al.</i> , (2017)	Geologia – camadas de rochas e pedologia – solos impermeáveis.	Coletas de solos, difração de raios X.
Tooth e McCarthy (2007) Tooth (2017)	Geomorfologia; Geomorfologia sedimentologia.	Imagens de satélites e aéreas, dados de campo e geocronologia,
Augustin, Melo e Aranha (2009)	Geomorfologia.	Transectos, coletas de solos e radargramas, executados com o auxílio do Georadar (Ground Penetrating Radar-GPR).
Gomes e Magalhães-Junior (2020)	Hidrogeomorfologia, geomorfologia e hidrologia.	Levantamento dos aspectos Físicos de Minas Gerais, análise de mapas temáticos e análise integrada das Classes hidrogeomorfológicas.
Tiné <i>et al.</i> , (2019)	Pedologia e hidrologia – saturação do solo e fraca drenagem deste.	Reclassificação de imagens LANDSAT, elaboração de mapas de transição potencial da cobertura de terra e criação de modelo híbrido.

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

A partir desta discussão e da análise do quadro 3, nota-se que a geomorfologia emerge como parâmetro recorrente nos estudos relativos às AUs, tendo em vista o debate acerca dos controladores ambientais, seguidos dos métodos empregados para o reconhecimento dos mesmos. Com base nisso, inicia-se, de modo preliminar, a percepção da influência notável do relevo no desenvolvimento e conservação dos ambientes em destaque neste trabalho.

Do mesmo modo, destaca-se que o sensoriamento remoto, assim como o uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), incorporados ao Geoprocessamento, manifestaram-se como as técnicas mais usadas para o delineamento dos estudos voltados para o entendimento dos processos, assim como do funcionamento das AUs, considerando as análises realizadas nos trabalhos acima citados. Essas técnicas, portanto, emergem como promissoras para o desenvolvimento de estudos que busquem investigar de modo mais acurado as AUs, notadamente as áreas de pequena extensão espacial, as quais se encontram em locais de difícil acesso.

Entretanto, não se descarta a relevância que apresenta o trabalho de campo, uma vez que, associado às técnicas de geoprocessamento, potencializa os resultados das investigações. Todavia,

quando a atividade de campo é inviabilizada, o geoprocessamento assume a elaboração do trabalho, alcançando bons resultados.

Além dessas facilidades, cabe destacar as limitações percebidas e encontradas nos estudos que permeiam as AUs, especialmente no que tange aos métodos e técnicas envolvidos nas análises. Um dos pontos que merece destaque, quando se trata das AUs, é o monitoramento hidrológico, especialmente no que tange ao monitoramento dos níveis do lençol freático. Esse acompanhamento, especialmente em regiões de clima seco, manifesta-se como mecanismo fundamental para o entendimento da dinâmica apresentada pelas AUs ao longo do ano, tendo em vista que a posição do lençol freático se altera com o tempo e espaço sob efeitos climáticos regionais (BASTOS *et al.*, 2019). No semiárido brasileiro, essa condição pode ser notada mais facilmente, em virtude da presença de duas estações bem definidas, sendo a estiagem mais prolongada, onde o nível freático tende a baixar.

Dessa maneira, embora esse método seja relevante, ele exhibe certas limitações, tendo em vista que, para esse monitoramento, de modo específico, é necessária a instalação de equipamentos que registrem essas alterações, como um poço piezométrico (ANDRADE; RODRIGUES, 2016). Dessa forma, essa instalação pode apresentar adversidades, como: local de difícil acesso e, conseqüentemente, de difícil estabelecimento dos aparelhos; a disponibilidade de tempo para a coleta dos dados de modo constante e, ainda, dispor de um montante financeiro suficiente para a compra dos materiais necessários.

Assim, quando essas questões impedem esse monitoramento a partir de equipamentos instalados na área estudada, o sensoriamento remoto mostra-se como uma ferramenta que pode auxiliar nos estudos de forma satisfatória, como mencionado em vários trabalhos descritos no quadro 3.

Considerações Finais

As AUs, sendo sistemas complexos, apresentam disparidades quanto a seus conceitos e classificações. Se tratando de AUs menores, notadamente as localizadas em domínios áridos ou semiáridos, esse exercício torna-se ainda mais difícil, uma vez que o desenvolvimento de AUs nessas regiões é limitado, além dos estudos referentes às AUs de pequena extensão territorial serem escassos.

Como exposto no texto, pode-se inferir que os conceitos relativos às AUs se encontram pautados nas diferentes formações de cientistas, bem como são estabelecidos a partir dos locais onde elas se manifestam. As definições de AUs que se situam em regiões úmidas podem se diferenciar de AUs presentes em terras secas, em virtude da dinâmica distinta que ambas exibem. Por essa razão, existem inúmeros conceitos, assim como classificações, baseados em critérios diferentes, para variados tipos de AUs.

Além disso, é necessário que as AUs sejam compreendidas ainda a partir da interação com outros arranjos ambientais, considerando que constituem sistemas, os quais funcionam ainda por meio da atuação desses. Destacam-se, nesta discussão, as AUs em regiões de clima seco, pois seu desenvolvimento é integralmente dependente dessa comunicação e inter-relação.

Para que essa relação consiga ser apreendida, os estudos devem considerar técnicas e procedimentos que estabeleçam bases que subsidiem a identificação dos controladores ambientais, os quais estruturam as AUs. Nesse sentido, as análises de campo, atreladas ao geoprocessamento, de modo geral, viabilizam estudos oportunos para o reconhecimento desses ambientes.

Outro ponto que merece destaque diz respeito aos parâmetros ambientais, os quais mantêm a umidade nesses ambientes. Esses, como destacado no texto, forjam ambientes que permanecem continuamente ou temporariamente inundados. Portanto, em domínios áridos e/ou semiáridos, a manifestação de AUs encontra-se atrelada à disposição desses controladores, responsáveis por sua gênese e dinâmica. Esse conjunto de fatores é indispensável para a estruturação e para o funcionamento dessas áreas. Assim, faz-se necessário considerá-los nas análises e nos estudos relativos às AUs.

Por fim, destaca-se que a elaboração de conceitos específicos e classificações, através de estudos que considerem a atuação dos parâmetros ambientais no desenvolvimento e manutenção das AUs em terras secas, mostram-se indispensáveis, pois, além de exibirem a importância dessas áreas, a partir da explicação de sua estrutura e de seu funcionamento, contribuem sobremaneira para a sua proteção e gestão eficientes.

Referências

- ANDRADE, I. F; RODRIGUES, S. C. (2016) *Monitoramento da disponibilidade hídrica subsuperficial ao longo de uma vertente em ambiente de cerrado*. Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia, v. 7, n. 20, p. 3-11.
- AUGUSTIN, C. H. R. R; DE MELO, D. R; ARANHA, P. R. A. (2009) *Aspectos geomorfológicos de veredas: um ecossistema do bioma do cerrado, Brasil*. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 10, n. 1, p. 103-114.
- BOZELLI, R. L; FARIAS, D. S; LIMA, S. K. F; LIRA, R. T. S; NOVA, C.C; SETUBAL, R. B; SODRÉ, E. O; (2018) *Pequenas áreas úmidas: importância para conservação e gestão da biodiversidade brasileira*. Biodiversidade e gestão, v. 2, n. 2, p. 122-138.
- CORRÊA, A.C.B; TAVARES, B.A.C; LIRA, D.R; MUTZENBERG, D.S; CAVALCANTI, L.C.S. (2019) *The semi-arid domain of the northeast of Brazil*. In: Salgado, A.A.R., Santos, L.J.C., Paisani, J.C. (Eds.), *The Physical Geography of Brazil*. Springer Nature Switzerland AG, p. 119–150.
- COWARDIN, L. M. CARTER, V. GOLET, F. C. LAROE, E. T. (1979) *Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States*. US Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. Washington, DC. Office of Biological Services. FWS/OBS 117 p.
- CUNHA, C. N da; PIEDADE, M. T. F; JUNK, W. J. (2015) *Classificação e delineamento das Áreas Úmidas brasileiras e de seus macrohabitats*. Recurso eletrônico (E-book): modo de acesso: www.editora.ufmt.br. Cuiabá, EdUFMT, 165 p.
- ELLERY, W.N; GRENFELL, M; GRENFELL, S; KOTZE, D.C; MCCARTHY, T.S; TOOTH, S; GRUNDLING, P-L; BECKEDAH, H; LE MAITRE, D; RAMSAY, L. (2009) *WETOrigins: Controls on the Distribution and Dynamics of Wetlands in South Africa*. Wetland Management Series, Water Research Commission Report No. TT 334/09. Water Research Commission, Pretoria, p. 867.
- FAO. (2019) *Trees, forests and land use in drylands: the first global assessment – Full report*. FAO Forestry Paper, p. 184.
- GOMES, C. S; JUNIOR, A. P. M. (2017) *Aparato conceitual sobre áreas úmidas (wetlands) no Brasil: Desafios e opiniões de especialistas*. Boletim Goiano de Geografia, v. 37, n. 3, p. 484-508.
- GOMES, C. S; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. (2020) *Classes hidrogeomorfológicas de Áreas Úmidas em Minas Gerais*. Revista Brasileira de Geomorfologia. (Online), São Paulo, v.21, n.2, (Abr-Jun) p.313-327.
- GOMES, C. S; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. (2018) *Sistemas de classificação de Áreas Úmidas no Brasil e no mundo: panorama atual e importância de critérios hidrogeomorfológicos*. Geo UERJ, Rio de Janeiro, n. 33, e, 34519.
- GUASSELLI, L. A; SIMIONI, J. D; LAURENT, F. (2020) *Mapeamento e classificação de Áreas Úmidas usando Topographic Wetness Index (TWI) a partir de modelos digitais de elevação, na bacia hidrográfica do Rio Gravataí - Rio Grande do Sul, Brasil*. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 21, nº 3. p. 640-659.
- GUERRA, M. D. F. (2019) *Veredas da Chapada do Araripe: contexto ecogeográfico de subespaços de exceção no semiárido do estado do Ceará, Brasil*. Tese (Doutorado), Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, p. 37 a 162.
- GUERRA, M. D. F; DE SOUZA, M. J. N; DA SILVA, E. V. (2020) *Veredas da Chapada do Araripe: subespaços de exceção no semiárido do estado do Ceará, Brasil*. Ateliê Geográfico, v. 14, n. 2, p. 51-66.
- JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.; SCHÖNGART, J; COHN-HAFT, M.; ADENEY J. M.; WITTMANN, F. (2011) *A Classification of Major Naturally-Occurring Amazonian Lowland Wetlands*. Wetlands, p. 623-640.
- LEMELIN, L.V; DARVEAU, M; IMBEAU, L; BORDAGE, D. (2010) *Wetland Use and Selection by Breeding Waterbirds in the Boreal Forest of Quebec, Canada*. Soc. Wetl. Sci., 30: 321-332.
- LIDZHEGU, Z; ELLERY, F; MANTEL, S. K. (2019) *Incorporating Geomorphic Knowledge in the Management of Wetlands in Africa's Drylands: a Rapid Assessment of the Kafue Wetland*. Wetlands conservation. Society of Wetland Scientists.
- MALTCHIK, L; ROLON, A.S.; GUADAGNIN, D.L; STENERT, C. (2004) *Wetlands of Rio Grande do Sul, Brazil: a classification with emphasis on plant communities*. Acta Limnol. Bras. v.16, n.2, p.137-151.
- MANZANO, M; BARRERA, F.B. (2002) *Metodología de tipificación hidrológica de los humedales españoles con vistas a su valoración funcional y a su gestión. Aplicación a los humedales de Doñana*.

- Boletín Geológico y Minero, 113 (3): 313-330.
- MELLY, B. L; SCHAEEL, D. M; GAMA, P. T. (2017) *Perched wetlands: An explanation to wetland formation in semi-arid areas*. Journal of Arid Environments 141, p. 34-39.
- NASCIMENTO, I. V. (2001) *Cerrado: o fogo como agente ecológico*. Territorium, n. 8, p. 25-35.
- OLLIS, D.J; SNADDON, C.D; JOB, N.M; MBONA, N. (2013) *Classification System for Wetlands and other Aquatic Ecosystems in South Africa. User Manual: Inland Systems*. SANBI Biodiversity Series 22. South African National Biodiversity Institute, Pretoria.
- RAMOS, M. V. V; CURI, N; MOTTA, P. H. F; VITORINO, A. C. T; FERREIRA, M. M; SILVA, M. L. N. (2006) *Veredas do Triângulo Mineiro: solos, água e uso*. Ciênc. agrotec., v. 30, n. 2, mar./abr., p. 283-293, Lavras.
- RAMSAR CONVENTION. *Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat*. Ramsar, Iran, 2.2.1971 as amended by the Protocol of 3.12.1982 and the Amendments of 28.5.1987. Paris, 13 July 1994. Disponível em: https://www.ramsar.org/documents?field_quick_search=2550. Acesso em 06 novembro de 2020.
- SALDANHA, D. S.; COSTA, D. F. S. (2019) *Classificação das Áreas Úmidas no sistema estuarino do rio Oiranhas-Açu (NE-Brasil)*. Revista GeoUECE (Online), v. 08, n. 14, p. 152-164, jan./jun.
- SCOONES, I. (1992) *Wetlands in drylands: key resources for agricultural and pastoral production in Africa*. Drylands Network Programme. International Institute Environment and Development, p. 2-8.
- SCOTT, D. A.; JONES T. A. (1995) *Classification and inventory of wetlands: a global overview*. Vegetatio, v.118, n.1-2, p. 3-16.
- SILVA, D. E. M.; COSTA, D. F. S. *Classificação das Áreas Úmidas (AUs) hipersalinas da bacia hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu e da Faixa Litorânea Norte de Escoamento Difuso*. REGNE, Vol. 2, Nº Especial. p. 1437-1446.
- TINÉ, M. de O; PEREZ, L; MOLOWNY-HORAS, R. (2016) *Modelagem das mudanças espaço-temporais de Áreas Úmidas: estudo de caso da Região Administrativa de Abitibi-Témiscamingue-Québec, Canadá*. Revista Cartográfica, n. 101, p. 119-134, 2019.
- TINER, R. W. (2017) *Wetland Indicators: A Guide to Wetland Formation, Identification, Delineation, Classification, and Mapping*. Second edition. Boca Raton: Taylor & Francis.
- TOOTH, S. (2017) *The geomorphology of wetlands in drylands: Resilience, nonresilience, or ...?* Geomorphology, p. 1-16.
- TOOTH, S; ELLERY, F; GRENFELL, M; THOMAS, A; KOTZE, D; RALPH, T. (2015B) *10 reasons why the Geomorphology of wetlands is important*. Climate Change Consortium of Wales. Wetlands in Drylands research network, Ago, p. 1-32.
- TOOTH, S; MCCARTHY, T. S. (2007) *Wetlands in drylands: geomorphological and sedimentological characteristics, with emphasis on examples from southern Africa*. Progress in Physical Geography, 31(1), p. 3-41.
- TOOTH, S; GRENFELL, M; THOMAS, A; ELLERY, F. (2015A) *Wetlands in Drylands: 'Hotspots' of Ecosystem Services in Marginal Environments*. GSDR - Science Brief, p. 1-4.
- WINTER, T. C; LABAUGH. J. W. (2003) *Hydrologic considerations in defining isolated wetlands*. Wetlands, Vol. 23, n. 3, September, p. 532-540.