

SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS NO BRASIL E NO MUNDO: PANORAMA ATUAL E IMPORTÂNCIA DE CRITÉRIOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS¹

WETLANDS CLASSIFICATION SYSTEMS IN BRAZIL AND THE WORLD: CURRENT OVERVIEW AND THE IMPORTANCE OF HYDROGEOMORPHOLOGICAL PARAMETERS

Cecília Siman Gomes¹, Antônio Pereira Magalhães Júnior¹

¹ Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Minas Gerais, MG, Brasil

Correspondência para: Cecília Siman Gomes (ceciliasiman@gmail.com)

doi: 10.12957/geouerj.2018.34519

Recebido em: 30 maio 2018 | Aceito em: 19 ago. 2018



RESUMO

As Áreas Úmidas (AUs) desempenham inúmeras funções ambientais, que se traduzem na sua própria variedade tipológica. Os sistemas de classificação das AUs são fundamentais para a sua proteção e gestão, pois permitem categorizá-las, compará-las, além de prover uniformidade conceitual e terminológica. Nesse contexto, foi feita uma sistematização dos principais sistemas de classificação de AUs atualmente existentes na literatura internacional e nacional, bem como uma avaliação da importância do uso de parâmetros hidrogeomorfológicos (HGM) para a classificação de AUs no contexto nacional. O uso de critérios HGM pode contribuir com a classificação de AUs brasileiras, visto que tais critérios são essenciais para situar e diferenciar os tipos de AUs na paisagem, compreender seus processos de funcionamento e manutenção hidrológica, suas interações com os sistemas geomorfológicos adjacentes e suas diversas funções ambientais desempenhadas no ambiente.

Palavras-chave: áreas úmidas; hidrogeomorfologia; sistema de classificação de áreas úmidas; ecossistemas; recursos hídricos.

ABSTRACT

Wetlands perform many environmental functions, which translate into their own typological variety. The wetlands classification systems are fundamental for wetlands protection and management, since they provide categorization, conceptual and terminological uniformity. A systematization of the main wetland classification systems currently in the international and national literature was done, as well as an evaluation of the importance of the use of hydrogeomorphological (HGM) parameters for the wetlands classification in the national context. It can be said that the use of HGM criteria can contribute to the improvement brazilian wetland classification, since they are essential to locate the wetland in the landscape, to understand their hydrological functioning and maintenance processes, their interactions with adjacent terrestrial and / or aquatic geomorphological systems and environmental functions.

Keywords: wetlands; hydrogeomorphology; wetlands classification system; ecosystems; water resources.

INTRODUÇÃO

As Áreas úmidas (AUs), internacionalmente conhecidas pelo termo em inglês wetlands, podem ser definidas como:

¹ O artigo foi elaborado pelos autores com base nos resultados originários da pesquisa de mestrado da primeira autora, defendida em setembro de 2016 no Instituto de Geociências – Universidade Federal de Minas Gerais, sob orientação do professor Antônio Pereira Magalhães Júnior.

© 2018 Gomes e Magalhães Júnior. Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Compartilha Igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite uso, distribuição e reprodução para fins não comerciais, com a citação dos autores e da fonte original e sob a mesma licença.

Sistemas permanentes ou temporariamente saturados, inundados e/ou alagados, formados em relevos e substratos que permitem um maior acúmulo de águas superficiais e/ou subsuperficiais, por tempo suficiente para promover processos físicos, químicos e biológicos de ambientes com deficiência ou ausência de oxigênio, indicados, comumente, por espécies vegetais adaptadas a essas condições e/ou por solos com características hidromórficas. Interferências antrópicas podem condicionar a sua formação, como as AUs em áreas marginais de reservatórios. Conforme a escala de análise da dinâmica hidrológica, as AUs podem incluir áreas permanentemente secas e/ou aquáticas, que são fundamentais para a sua manutenção ecológica (GOMES, 2017).

As AUs cobrem cerca de 20% do território brasileiro (JUNK et al., 2015) e são consideradas um dos ecossistemas mais relevantes do mundo em termos ambientais, pois além de apresentarem uma diversidade específica de fauna e flora, atuam na recarga de aquíferos, na melhoria da qualidade da água, na retenção de carbono orgânico, na regulação de ciclos biogeoquímicos, no controle de inundações e na regulação do clima (MITSCH e GROSSELINK, 2007; JUNK et al., 2015).

O reconhecimento das funções ambientais desempenhadas pelas AUs começou a surgir a partir da segunda metade do século XX, juntamente com a necessidade de se estabelecer parâmetros de classificação para formular leis e regulamentos relativos à sua proteção e gestão sustentável. A Convenção Internacional sobre as Zonas Úmidas, ocorrida em 1971 na cidade de Ramsar, no Irã, foi o primeiro encontro internacional que marcou a valorização e a discussão sobre a relevância das AUs. Referida como a Convenção de Ramsar, em vigor desde 1975, o tratado intergovernamental estabelece quadros de ações locais, regionais e nacionais e de cooperação internacional para a conservação e uso sustentável de AUs em todo o mundo. Conforme Ramsar Convention Secretariat (2013), a interrupção das funções e a perda contínua das AUs têm gerado custos no campo ambiental, econômico, social e ecológico, gerando a necessidade de se formular novas políticas de gestão nacionais sustentáveis.

O Brasil tornou-se membro da Convenção de Ramsar em 1993, ratificando-a em 1996, mas pouco avançou na concepção e aplicação de critérios para proteção das AUs. Conforme o Instituto Nacional de Áreas Úmidas (INAU), a falta de critérios para definição, delimitação e classificação das AUs brasileiras tornam suas funções ecológicas e ambientais pouco conhecidas e mais difíceis de serem valorizadas em termos políticos, legais e sociais. Além disso, o atual Código Florestal fragilizou a

proteção das AUs, sinalizando a demanda urgente de propostas cientificamente embasadas para apoiar propostas de gestão e classificação (JUNK et al., 2015).

As AUs podem ser classificadas por meio de atributos biológicos, ecológicos, físicos, químicos, hidrológicos, hidrogeológicos e/ou geomorfológicos, sendo a escolha dos parâmetros variável conforme os objetivos. A classificação visa prover uniformidade terminológica, agrupar tipos de AUs em unidades relativamente semelhantes entre si e tornar-se um instrumento para mapeamento, delimitação, descrição, avaliação e/ou comparação das AUs para fins de pesquisa, inventário, planejamento ambiental, programas de conservação e/ou avaliação de impactos ambientais (SCOTT e JONES, 1995; FINLAYSON e VAN DER VALK, 1995; COWARDIN e GOLET, 1995). Nesse quadro diverso, torna-se difícil desenvolver uma classificação aceitável por todos os cientistas e especialistas em AUs, seja em nível internacional, nacional ou regional (SCOTT e JONES, 1995). Assim, conforme Finlayson e Van Der Valk (1995), devido à própria natureza das AUs e dos sistemas de classificação, é necessário estabelecer limites bem definidos alinhados com os propósitos estipulados.

A classificação das AUs em sistemas apresenta duas tendências, uma na direção horizontal e outra na direção vertical (hierárquica). As classificações horizontais dividem os habitats em uma série de classes ou tipos, como meandros, turfeiras, mangues, etc. As classificações hierárquicas separam os tipos de AUs em diferentes níveis. Os primeiros apresentam características mais gerais, enquanto os níveis posteriores utilizam aspectos mais específicos. A abordagem hierárquica é a mais difundida, pois tende a facilitar comparações regionais, nacionais e/ou internacionais entre sistemas similares e permitir maior detalhamento dos tipos individuais de AUs na paisagem (TINER, 1999). É importante ressaltar que as classificações hierárquicas não são puramente verticais, já que também crescem na direção horizontal para detalhar os tipos individuais de AUs (possuem componentes hierárquicos e não hierárquicos).

No mundo diversos países apresentam legislação e instrumentos oficiais de identificação e classificação das AUs. No contexto brasileiro, o INAU desenvolveu uma proposta inicial de classificação de AUs baseada em parâmetros hidrológicos e vegetais das grandes AUs brasileiras, com enfoque nas regiões

litorânea, amazônica e do pantanal. Algumas instituições científicas nacionais desenvolveram classificações ecológicas para alguns tipos de AUs, como os mangues, as veredas, os banhados do Sul e as várzeas amazônicas. É importante salientar que em Minas Gerais ainda não foi concebido um sistema de classificação das AUs do estado.

Nas últimas décadas, os fatores hidrogeomorfológicos (HGM) têm sido cada vez mais utilizados e reconhecidos nas classificações de AUs, pois além de serem determinantes na sua formação, abarcam a diversidade de quadros morfológicos da paisagem, que condicionam diferentes tipos de AUs. Ademais, permitem compreender seus processos de funcionamento e manutenção hidrológica, suas interações com os sistemas geomorfológicos terrestres e/ou aquáticos adjacentes e suas diversas funções ambientais desempenhadas no ambiente, como na manutenção da qualidade da água, no controle de inundações e/ou recarga dos aquíferos (KOTZE, 1999).

Nesse contexto, o objetivo desse artigo é sistematizar os principais sistemas de classificação de AUs atualmente existentes na literatura internacional e nacional, bem como avaliar a importância do uso de parâmetros HGM para a classificação de AUs. Ressalta-se que ainda não há na literatura nacional a apresentação dessa diversidade de sistemas, o que demonstra a necessidade de uma sistematização e avaliação desse conhecimento para avançar na categorização das AUs de Minas Gerais e do país. Para tanto, foram estudados diversos tipos de sistemas de classificação de AUs no âmbito internacional e brasileiro a fim de compreender e avaliar estrutura, objetivos, critérios, categorias, organização e funções, bem como suas potencialidades e limitações práticas.

No contexto internacional foram apresentados, inicialmente, o sistema norte-americano de Cowardin et al. (1979), pois é utilizado como base e/ou referência em diversos sistemas de classificação de AUs de outros países e em inúmeros inventários de AUs nos Estados Unidos, e o sistema de Ramsar (SCOTT e JONES, 1995), único sistema de AUs de abrangência internacional. Em sequência, foram analisadas as classificações propostas por Semeniuk e Semeniuk (1995, 2011) e Smith et al. (1995), pois são referências científicas internacionais nas propostas de parâmetros hidrogeomorfológicos (HGM) na classificação das AUs. Por fim, foi avaliado o sistema sul-africano (OLLIS, 2013), pois possui base

HGM, apresenta-se no formato de um manual governamental ilustrativo e didático e abre possibilidades de ser adaptado à realidade de Minas Gerais. No contexto nacional foram analisadas as propostas de classificação das AUs Palustres do Rio Grande do Sul (MALTCHIK et al., 2004), uma das primeiras elaboradas no Brasil, e das AUs brasileiras, elaborada pelo INAU (JUNK et al., 2015), a única nacional.

Em sequência, foi feito um quadro síntese e uma avaliação comparativa entre os diferentes sistemas de classificação. Foram tecidas algumas considerações sobre a proposta brasileira e a importância de inclusão de parâmetros HGM para a classificação das AUs, em especial em Minas Gerais, por abarcar uma diversidade de contextos morfológicos.

Sistemas de Classificação de AUS no âmbito internacional

Os primeiros sistemas de classificação de AUs foram propostos para inventariar as AUs de habitats de espécies selvagens, especialmente aves aquáticas migratórias (MITSCH e GOSSELINK, 2007). Tais sistemas se baseiam, sobretudo, na fisionomia das AUs, sendo a vegetação e a hidrologia os elementos centrais de classificação. Segundo Larson (2009), vários sistemas de classificação foram baseados nestas características, com destaque para o de Cowardin et al. (1979) e o de Ramsar (SCOTT e JONES, 1995).

O Sistema de Cowardin et al. (1979), denominado de “Classificação de Áreas Úmidas e Habitats de Águas Profundas dos Estados Unidos” é até hoje um dos mais abrangentes e utilizados nos EUA e serviu de base para a elaboração de outros sistemas nacionais (FINLAYSON e VAN DER VALK, 1995). Foi projetado para inventariar as AUs norte-americanas, atendendo objetivos científicos e de gestão, como inserir as AUs e os habitats de águas profundas em um sistema organizado, prover unidades de mapeamento e proporcionar uniformidade de conceitos e termos. As AUs e as águas profundas foram englobadas no mesmo sistema, pois, conforme Cowardin et al. (1979), a abordagem ecológica para classificação é a mesma por parecerem continuações de um mesmo sistema. Esta

classificação abrange, portanto, todos os ecossistemas aquáticos e semiaquáticos continentais dos Estados Unidos (MITSCH e GOSSELINK, 2007).

A classificação de Cowardin et al. (1979) é hierárquica, progredindo de sistemas e subsistemas para classes (Figura 1). Há cinco categorias de sistemas: Marinho, Estuarino, Fluvial, Lacustre e Palustre. Cada sistema refere-se a um conjunto complexo de AUs e habitats de águas profundas, que compartilham influências hidrológicas, geomorfológicas, químicas e/ou biológicas semelhantes. Com exceção do Sistema Palustre, todos os outros podem incluir tanto habitat de águas profundas quanto AUs.

Os sistemas Marinho e Estuarino estão associados à salinidade da água e ao litoral. O primeiro consiste no mar aberto sobrejacente à plataforma continental e o segundo apresenta influência tanto das marés quanto de águas doces. O Sistema Fluvial inclui todos os habitats de águas profundas e AUs fluviais sem predomínio de vegetação. O Sistema Lacustre inclui ecossistemas aquáticos e AUs localizados em depressões topográficas ou cursos d'água represados (com ou sem influência das marés), com área superior a 8 hectares, e onde a vegetação ocupa menos que 30% da área total. O Sistema Palustre não inclui ecossistemas aquáticos e compreende todas as AUs continentais sem influência marinha, geralmente dominadas pela vegetação. Abrange a maior parte das AUs brejosas e pantanosas, que podem encontrar-se isoladas, sem conexão direta com a rede de drenagem, ou associadas aos sistemas fluviais e lacustres. Quando não apresentam vegetação, são menores que 8 hectares e o nível d'água não ultrapassa 2 metros de profundidade em sua parte mais profunda na cota mais baixa.

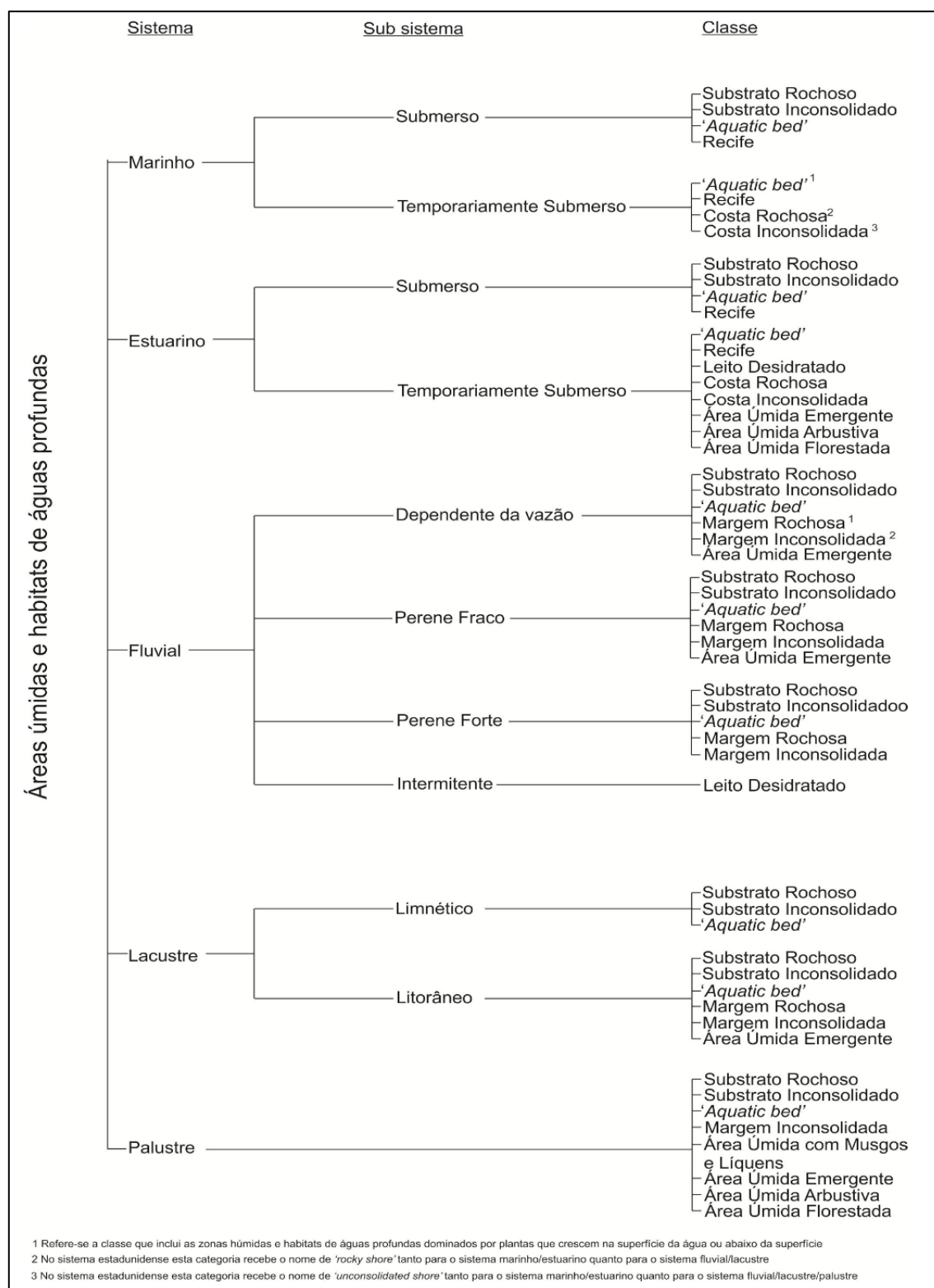


Figura 1. Classificação de Áreas Úmidas e Habitats de Águas Profundas dos Estados Unidos. Fonte: Cowardin et al. (1979) apud Machado (2014) p.21.

Os subsistemas abordam a frequência e/ou intensidade de inundações. Os sistemas Marinho e Estuarino podem estar perene ou temporariamente submersos pelas marés. O Sistema Fluvial

apresenta quatro subsistemas: dependente da vazão (quando o gradiente é baixo e a velocidade da água depende das marés), perene fraco (gradiente baixo, velocidade da água lenta e não há influência das marés), perene forte (gradiente e velocidade da água elevados e não há influência das marés) e temporário (a água flui apenas durante uma parte do ano). O Sistema Lacustre é subdividido em subsistemas limnéticos (lênticos ou lagos) e litorâneos. O Sistema Palustre é o único que não apresenta subsistemas, sendo subdividido diretamente em classes.

As classes apresentam características do tipo de substrato e/ou da vegetação. Quando mais de 30% do substrato apresenta-se coberto por vegetação, a classe de vegetação é utilizada, quando menor que 30%, utiliza-se a classe de substrato. Assim, observa-se que a estrutura de classificação de Cowardin et al. (1979) parece útil no mapeamento digital das AUs, pois os parâmetros estão associados principalmente à fisionomia.

Outras descrições de AUs e de habitats de águas profundas são possíveis neste sistema por meio do uso de subclasses, tipos dominantes e complementos. As subclasses e os tipos dominantes estão associados, respectivamente, ao tipo de vegetação e às espécies vegetais específicas ocorrentes na área. Os complementos são usados para descrever mais detalhadamente o regime de água e aspectos como salinidade, pH e solo, acrescentando informações sobre as suas características físico-químicas.

Outra classificação hierárquica, mas de caráter internacional, é o “Sistema de Classificação de Zonas Úmidas de Ramsar”, delineado por Scott e Jones (1995). Essa classificação se baseia, em certa medida, no sistema de Cowardin et al. (1979), e tem como objetivo estabelecer um sistema que contemple os diferentes tipos de AUs do mundo, incluindo os artificiais, avaliar o seu estado de conservação, identificar as AUs mais ameaçadas, estimular sua gestão sustentável e servir como uma referência aos sistemas nacionais e/ou regionais em elaboração e/ou a serem desenvolvidos (SCOTT e JONES, 1995; RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, 2013).

A classificação de Ramsar foi organizada, a priori, em três grandes sistemas, a saber: Sistema Marinho/Costeiro, subdividido em marinho e estuarino; Sistema de Terras Interiores, que pode ser

fluvial, lacustre, palustre e geotermal; e Sistema Antrópico/Artificial. Posteriormente, foi incluído o Sistema Cárstico, sem subsistemas e regime hidrológico. Os subsistemas dos sistemas Marinho e de Terras Interiores apresentam ao menos um regime hidrológico específico, classificados em submerso e temporariamente submerso (marinho) e em permanente, sazonal e/ou intermitente (interior). As Classes/Tipos de AUs apresentam diversas características, visando facilitar a identificação rápida dos habitats de AUs de relevância internacional, o que provavelmente explica a falta de uma unidade lógica. Entre os tipos de AUs podem ser destacadas as nascentes, que formam oásis, e as feições cársticas (quadro 1).

O quadro 1 mostra a atual classificação de Ramsar e os quadros 2 e 3 apresentam, respectivamente, a tabulação das características dos sistemas Marinho e Interior.

Marinho / Costeiro	Marinho	Submerso	A – Águas rasas marinhas e permanentes na maioria dos casos a menos de seis metros de profundidade na maré baixa; inclui baías e estreitos.
			B - Leitos aquáticos submersos pelas marés; inclui leitos de algas, de plantas e campos marinhos tropicais.
			C - Recifes de coral.
		Temporariamente submerso	D – Costas marinhas rochosas; inclui ilhas rochosas, falésias.
			E - Margens de areia, cascalho ou seixos; inclui barras e ilhas arenosas, sistemas de dunas.
	Estuarino	Submerso	F – Águas estuarinas; água permanente de estuários e sistemas estuarinos em deltas.
			J - Lagoas costeiras de águas salinas com, pelo menos, uma ligação relativamente estreita para o mar.
			K - Lagoas costeiras de água doce; inclui lagoas de água doce em delta.
		Temporariamente submerso	G – Planícies lamosas, arenosas ou salinas temporariamente submersas pelas marés.
			H – Pântanos temporariamente submersos pelas marés; inclui pântanos e campos salinos, restingas pantanosas; inclui pântanos cobertos por águas salobras e doce.
			I - Áreas úmidas arborizadas temporariamente submersas pelas marés; inclui manguezais, pântanos e as florestas submersas pelas marés.
Interior / Continental	Fluvial	Permanente	L - Deltas interiores permanentes.
			M – Rios, córregos e riachos permanentes; inclui cachoeiras.
			Y - Nascentes de água doce; oásis.
		Intermitente e Sazonal	N - Rios, córregos e riachos sazonais, intermitentes e irregulares.
	Lacustre	Permanente	O - Lagos de água doce permanentes (> 8 ha); inclui grandes lagoas marginais.
			Tp – Pântanos e piscinas de água doce permanentes; lagoas (< 8 ha), pântanos e brejos em solos inorgânicos, com vegetação emergente em solos encharcados, pelo menos, a maior parte do seu período de crescimento.

		Intermitente e Sazonal	Q - Lagos salinos, salobros e alcalinos permanentes (> 8 ha).
			Sp - Piscinas e pântanos salinos, salobros, alcalinos e permanentes (< 8 ha).
			P - Lagos de água doce sazonais e intermitentes (> 8 ha); inclui lagos de várzea/planície de inundação.
			Ts - Pântanos e piscinas de água doce sazonais e intermitentes em solos inorgânicos; inclui campos, bacias e pântanos de transição sazonalmente inundados.
			R -Planícies e lagos salinos, salobros, alcalinos, sazonais e intermitentes.
	Palustre	Permanente e Sazonal	Ss – Piscinas e pântanos salinos, salobros, alcalinos, sazonais e intermitentes.
			Tp – Pântanos e piscinas de água doce permanentes; lagoas (< 8 ha), pântanos e brejos em solos inorgânicos, com vegetação emergente em solos encharcados, pelo menos, a maior parte do seu período de crescimento.
			Ts - Pântanos e piscinas de água doce sazonais e intermitentes em solos inorgânicos; inclui campos, bacias e pântanos de transição sazonalmente inundados.
			U - Turfeiras não florestadas; inclui pântanos e brejos arbustivos ou abertos.
			Va - Áreas úmidas alpinas; inclui campos alpinos, com águas temporárias da neve derretida.
			Vt – Áreas úmidas de tundra -; inclui piscinas de tundra, com águas temporárias da neve derretida.
			Xf - Áreas úmidas de água doce dominadas por árvores; inclui florestas pantanosas/brejosas de água doce, florestas sazonalmente inundadas, pântanos arborizados em solos inorgânicos.
			Xp - Turfeiras arborizadas; florestas de turfa.
		Intermitente e Sazonal	W – Áreas úmidas dominadas por plantas arbustivas; pântanos e brejos arbustivos e de água doce, arvoredos amieiros em solos inorgânicos
			Ss – Piscinas e pântanos salinos, salobros, alcalinos, sazonais e intermitentes.
			Ts - Pântanos e piscinas de água doce sazonais e intermitentes em solos inorgânicos; inclui campos, bacias e pântanos de transição sazonalmente inundados.
			Y - Nascentes de água doce; oásis.
		Geotérmicos	Xf - Áreas úmidas de água doce dominadas por árvores; inclui florestas pantanosas/brejosas de água doce, florestas sazonalmente inundadas, pântanos arborizados em solos inorgânicos.
			Zg- Áreas úmidas geotérmicas
		Artificiais / Antrópicos	1 – Aquicultura ou açudes para a criação por exemplo, de peixes
			2 – Açudes; inclui tanques de cultivo, tanques de estoque, tanques de pequeno porte; (geralmente abaixo de 8 ha).
			3 - Terras irrigadas; inclui canais de irrigação e campos de arroz.
			4 - Terras agrícolas inundadas sazonalmente (incluindo campos ou pastagens molhadas manejadas).
	5 - Locais de exploração sal; bacias salinas, etc.		
	6 - Áreas de armazenamento de água; reservatórios, barragens, represas (geralmente com mais de 8 ha).		
	7 - Escavações; cascalheiras, argila; áreas de empréstimo e piscinas de mineração.		
	8 - Áreas de tratamento de águas residuais; tanques de decantação, bacias		

Cársticos	de oxidação, etc.
	9 - Canais e canais de drenagem, valas.
	Zk (a) - Carste e outros sistemas subterrâneos marinhos/costeiros.
	Zk (b) - Carste e outros sistemas hidrológicos subterrâneos, no interior.
	Zk (c) - Carste e outros sistemas hidrológicos subterrâneos feitos pelo homem.

Quadro 1. Sistema de Classificação de Ramsar dos tipos de Zonas Úmidas. Fonte: Adaptado de Scott e Jones (1995) e Ramsar Convention Secretariat (2013).

Água salina	Permanente (submerso)	< 6 m de profundidade	A
		Vegetação subaquática	B
		Recifes de coral	C
	Margem	Rochosa	D
		Areia, cascalho ou seixo	E
Água salina ou salobra	Águas estuarinas		F
	Temporariamente submerso	Planícies (lama, areia ou salina)	G
		Pântanos	H
		Arborizado	I
	Lagoas costeiras		J
Água doce	Lagoas costeiras		K
Água salina, salobra ou doce	Sistemas subterrâneos		Zk(a)

Quadro 2. Características das Zonas Úmidas dos Sistemas Marinhos. Fonte: Ramsar Convention Secretariat, 2013.

Água doce	Água corrente	Permanente	Deltas	L
			Rios, córregos, riachos	M
			Nascentes, oásis	Y
			Sazonal/intermitente/ irregular	Rios, córregos, riachos
	Lagos e piscinas	Permanente	> 8 ha	O
			< 8 ha	Tp
		Sazonal/intermitente	> 8 ha	P
			< 8 ha	Ts
	Pântanos e piscinas em solos inorgânicos	Permanente	Predomínio de herbáceas	Tp
		Permanente/ Sazonal/intermitente	Predomínio de arbustivas	W
			Predomínio de árvores	Xf
		Sazonal/intermitente	Predomínio de herbáceas	Ts
	Pântanos sobre solos de turfa	Permanente	Não florestada	U
			Florestada	Xp
	Pântanos em solos inorgânicos ou turfa	Altitudes elevadas (alpes)		Va
		Tundra		Vt
Água salina, salobra ou alcalina	Lagos	Permanente	Q	
	Planícies	Sazonal/intermitente	R	
	Pântanos e piscinas	Permanente	Sp	
		Sazonal/intermitente	Ss	
Água doce, salina, salobra ou alcalina	Geotérmica		Zg	
	Subterrâneo		Zk(b)	

Quadro 3. Características das Zonas Úmidas dos Sistemas Interiores. Fonte: Ramsar Convention Secretariat, 2013.

De acordo com Finlayson e Van Der Valk (1995), a adoção da classificação de Ramsar não tem sido amplamente aceita em termos nacionais e regionais, em função da escala e das próprias características ambientais, culturais e socioeconômicas de cada país. Apesar disso, o sistema apresenta capacidade de ser usado internacionalmente ao menos para manter comparabilidade e uma linguagem comum entre os países.

Propostas de classificação por meio de parâmetros hidrológicos e geomorfológicos foram desenvolvidas por diversos autores, com destaque para Semeniuk e Semeniuk (1995; 2011), Brinson (1993; 2009) e Smith et al. (1995). Segundo esses autores, a vegetação não deve ser o principal e/ou o primeiro critério de classificação, pois a mesma depende de fatores hidrológicos e geomorfológicos, e algumas funções importantes para manutenção e funcionamento das AUs independem da vegetação.

Com base nos tipos de AUs da Austrália Ocidental, Semeniuk e Semeniuk (1995; 2011) propuseram uma avaliação geomorfológica, mais tarde apresentada como geomorfológica-hidrológica, para a classificação das AUs interiores no mundo. O primeiro nível deste sistema de classificação fornece uma análise geral e unificadora dos tipos de AUs, permitindo identificá-las conforme sua estrutura subjacente, no caso, a forma do relevo (landform) e o regime hidrológico (water regime or hydroperiod), determinantes na existência de uma AU na paisagem, independentemente do tipo de clima, solo, cobertura vegetal ou gênese. Para os autores, os fatores estruturantes tendem a ser menos dinâmicos e mutáveis ao longo do tempo em relação aos biológicos, o que permite categorizar as AUs em classes mais estáveis, mesmo quando são substancialmente alteradas pela remoção da vegetação e/ou dos solos. Em um nível secundário ou terciário são consideradas as características da vegetação e dos solos para destacar as complexidades que podem ocorrer em diferentes tipos de AUs.

Na classificação proposta, são apresentados sete tipos de contextos morfológicos das AUs²: topos de morro (top hills), escarpas (cliffs), encostas (slopes), áreas planas/planícies (flats/plain), vales em U (vales), cursos d'água (channels) e formas depressionais (basins) (Figura 2).

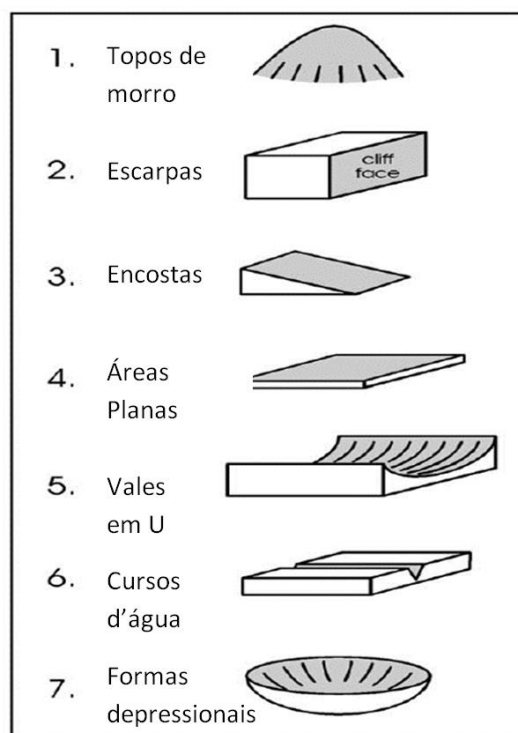


Figura 2. Tipos de formas de relevo. Fonte: Semeniuk e Semeniuk (2011 p.452).

Os regimes hidrológicos (ou hidroperíodo) das AUs, no contexto destes sete tipos de formas de relevo são, por sua vez, divididos em cinco categorias: saturação/encharcamento permanente; saturação/encharcamento sazonal; inundação permanente; inundação sazonal; e inundação intermitente, devendo ser selecionado aquele que apresenta condições temporais prevaletentes. Ressalta-se que a inundação efêmera é desconsiderada, pois raramente suporta vida aquática macroscópica. Os autores apontam três aspectos importantes em relação ao hidroperíodo: uma superfície inundada não significa que seu substrato necessariamente está saturado/encharcado; o grau de saturação do substrato varia em função da sua porosidade e permeabilidade, da pressão capilar e do tipo de regime hidrológico; e a saturação permanente geralmente ocorre quando o nível freático varia pouco e as taxas de descarga são contínuas.

² A classificação de Semeniuk e Semeniuk, proposta em 1995, apresentava cinco tipos de contextos morfológicos das áreas úmidas: topos de morro, encostas, planícies, cursos d'água e formas depressionais/abauladas. Ou seja, na classificação de 2011 foram acrescentados os tipos escarpas e vales.

O Quadro 4 apresenta as prováveis combinações entre formas de relevo e os regimes hidrológicos, consideradas unidades primárias na classificação, e suas respectivas características de entradas de água, de processos físicos e do substrato.

Tipo de formas de relevo	Regime hidrológico	Entradas de água	Processos físicos	Solo / substrato
Topos de morro (<i>hill top</i>)	Encharcamento permanente ou sazonal	Precipitação direta, ressurgência e acúmulo de água	Intemperismo, deposição eólica	Solo, saprolitos e turfeiras
Escarpas, como falésias e penhascos (<i>cliff</i>)	Encharcamento permanente ou sazonal	Escoamento superficial e infiltração/percolação	Intemperismo, acreção biogênica	Depósitos minerais e matéria orgânica
Encosta (<i>slope</i>)	Encharcamento permanente ou sazonal	Precipitação direta, infiltração/percolação e escoamento superficial	Coluvionamento e acumulação in situ	Depósitos minerais e matéria orgânica
Vale (<i>vale</i>)	Encharcamento permanente ou sazonal	Precipitação direta, infiltração/percolação e nível freático	Coluvionamento, acumulação in situ e deposição eólica	Matéria orgânica e areia
Canais (<i>channel</i>)	Encharcamento permanente ou sazonal; Inundação permanente, sazonal ou intermitente	Precipitação direta, escoamento superficial, nível freático e infiltração/percolação	Erosão fluvial, transporte, deposição e acumulação in situ	Argila, silte, areia e cascalho
Planícies (<i>flats / plain</i>)	Encharcamento permanente ou sazonal; Inundação sazonal ou intermitente	Precipitação direta, acúmulo de água, nível freático, escoamento superficial e ressurgência	Deposição fluvial, acumulação in situ, deposição eólica e diagênese	Argila, silte, areia e cascalho
Depressões, formas abauladas (<i>basin</i>)	Encharcamento permanente ou sazonal; Inundação permanente, sazonal ou intermitente	Precipitação direta, surgência ou infiltração/percolação, nível freático, acúmulo de água, descargas d'água, escoamento em lençol	Acumulação in situ, escoamento em lençol, deposição eólica, diagênese e biogênese	Argila, silte, areia, matéria orgânica, diatomita, carbonato, esponjas, espículas, fitólitos, gipsita e evaporitos

Quadro 4. Tipo de formas do relevo e principais características físicas associadas conforme classificação de Semeniuk e Semeniuk. Fonte: Adaptado de Semeniuk e Semeniuk (2011).

Segundo Semeniuk e Semeniuk (1995; 2011), novas combinações podem ser formadas e acrescidas na classificação, bem como informações de tamanho/dimensão, gênese e vegetação da AU. Os autores

salientam que para classificar AUs em relevos de transição pouco claros e alterados, a escala e a configuração geomorfológica do entorno podem ser úteis para a escolha do tipo de forma de relevo.

Finlayson e Van Der Valk (1995) destacam que o sistema de Semeniuk e Semeniuk (1995) traz a relevância de incorporar critérios hidrológicos e geomorfológicos, tendo se disseminado internacionalmente a partir de um estudo na Austrália. Entre as aplicações práticas do sistema, seus autores destacam os mapeamentos/inventários das grandes AUs no mundo, visto que o número de classes que cobre a diversidade global das AUs no primeiro nível de classificação é relativamente limitado.

Muitos cientistas consideram que a classificação de AUs por meio de critérios hidrogeomorfológicos (HGM) é uma avaliação funcional (NRCS, 2008). A avaliação funcional, conhecida como abordagem hidrogeomorfológica (HGM approach), foi desenvolvida por Brinson (1993) e expandida por Smith et al. (1995). Possui o principal objetivo de identificar grupos de AUs que funcionam de forma semelhante, auxiliando a identificação de alterações devidas à ação humana (BRINSON, 2009).

Três características básicas respondem pelo funcionamento das AUs – o contexto geomorfológico, a fonte de água e a hidrodinâmica –, formando, assim, a abordagem HGM de classificação (BRINSON et al., 1993; SMITH et al., 1995; BRINSON, 2009). O contexto geomorfológico refere-se à morfologia e à posição topográfica na paisagem. A Figura 3 apresenta as sete classes HGM: Fluvial (Riverine); Depressão (Depressional); Encosta (Slope); Lacustre (Fringe Lacustrine); Estuarino (Fringe Estuarine); Planície alagada orgânica (Flats Organic); e Planície alagada mineral (Flats Mineral) (BRINSON et al., 1993; SMITH et al., 1995; NRCS, 2008; BRINSON, 2009).

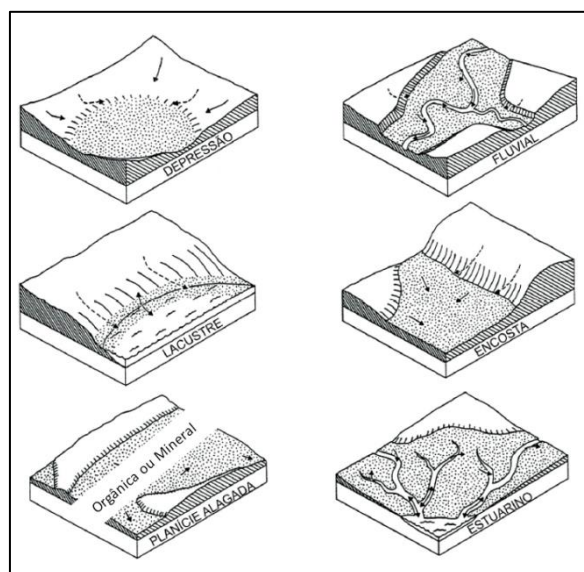


Figura 3. Configurações geomorfológicas das Classes HGM. Fonte: Adaptado de Brinson, 1993 e Smith et al.,1995.

Cada uma dessas configurações geomorfológicas apresenta fontes de água e características hidrodinâmicas dominantes. Simplificadamente, há três tipos de fontes de água: (a) precipitação; (b) descarga de águas subterrâneas / exfiltração do nível freático; e (c) escoamento de águas superficiais e próximas a superfície, incluindo as marés e o extravasamento lateral de água de cursos d'água e lagos (BRINSON, 1993; SMITH et al., 1995). Conforme os autores, a hidrodinâmica, que se refere à direção e a intensidade dos fluxos d'água no interior das AUs, é classificada basicamente em três tipos: (a) flutuações ou oscilações verticais do nível d'água, resultantes da evapotranspiração, precipitação e/ou descarga de águas subterrâneas em depressões; (b) fluxos unidirecionais superficiais ou próximos a superfície, que variam de fortes correntes dentro dos canais para fluxos lentos na planície de inundação; e (c) fluxos bidirecionais superficiais ou próximos à superfície ao longo de vertentes.

Com base nas principais características HGM das AUs, foram delimitadas por Brinson (1993) e Smith et al. (1995) sete classes HGM (Quadro 1.5). Conforme os autores, a classificação no nível das classes é considerada genérica e não deve ser usada na prática, pois apresenta escala continental. Além disso, não tem a intenção de distinguir as fitofisionomias entre os vários tipos de AUs, já que não foi projetada para ser sensível a composição de espécies vegetais.

Classes HGM	Descrição
Fluvial	AUs que ocorrem em planícies de inundação sempre associadas aos cursos d'água, sejam estes permanentes

	ou temporários. As inundações laterais são as fontes de água dominantes. Secundariamente, podem haver contribuições das águas subsuperficiais por meio das conexões hidrológicas entre o curso d'água e as AUs, da pluviosidade e do escoamento superficial e da exfiltração das águas próximas a superfície nos relevos adjacentes. As saídas de água das AUs geralmente ocorrem para o curso d'água, seja superficialmente, por meio de fluxos superficiais após a inundação e a chuva, ou subsuperficialmente, através dos contatos hidráulicos entre o curso d'água e as AUs. Ainda pode haver perdas por evapotranspiração e por infiltração. A hidrodinâmica dominante ocorre por fluxos unidirecionais e horizontais.
Depressional	AUs que ocorrem em depressões topográficas fechadas, que acumulam mais água no centro da depressão. As fontes dominantes são provenientes da exfiltração das águas subsuperficiais e, secundariamente, da precipitação. Podem apresentar qualquer combinação de entradas e saídas de cursos d'água ou podem não apresentar drenagens. As saídas de água podem ser para algum curso d'água, quando existente, por evapotranspiração e para o nível freático, quando não há descargas de águas subterrâneas. A hidrodinâmica dominante ocorre por flutuações verticais, sobretudo, sazonais.
Encosta	AUs que ocorrem em encostas, com gradientes de inclinação variados. Geralmente não armazenam água como as depressões, pois não apresentam os contornos fechados necessários para esta condição. As fontes de água dominantes são provenientes da exfiltração das águas subsuperficiais, sobretudo daquelas próximas a superfície, e da precipitação. As saídas de água ocorrem principalmente por fluxos superficiais e subsuperficiais e pela evapotranspiração. As AUs em encostas podem desenvolver cursos d'água, que serão fontes de saída de água. A hidrodinâmica dominante ocorre por fluxos unidirecionais e horizontais para baixa vertente.
Estuarino	AUs que ocorrem ao longo do litoral com a formação de estuários e estão sob a influência do nível do mar, o que dificulta períodos prolongados de seca. As fontes de água dominantes são as marés e os fluxos dos cursos d'água que desembocam no oceano. Secundariamente, podem haver contribuições das águas subterrâneas e da precipitação. As saídas de água ocorrem principalmente pelas marés, pelos cursos d'água através de fluxos superficiais e pela evapotranspiração. Os manguezais são um exemplo típico desses ambientes. A hidrodinâmica dominante ocorre por movimentos bidirecionais e horizontais.
Lacustre	AUs que ocorrem adjacentes aos lagos. As fontes de água dominantes ocorrem pela sua conexão com o lago e, adicionalmente, pela precipitação e pela descarga das águas subsuperficiais, seja de origem mais próxima à superfície e/ou mais profunda. As AUs lacustres apresentam o mesmo comportamento das AUs de depressão quando o lago, por ser tão pequeno, não controla os níveis d'água da AU. As saídas ocorrem para o lago após os eventos de extravasamento, seja superficialmente e/ou subsuperficialmente, e pela evapotranspiração. A hidrodinâmica dominante ocorre por fluxos bidirecionais e horizontais, geralmente controlados pelas flutuações do nível d'água do lago.
Planície alagada formada por solo mineral	AUs que geralmente ocorrem em interflúvios ou fundos de vale amplos e planos, onde a precipitação é a principal fonte de água. Não recebem descargas de águas subterrâneas e suas perdas ocorrem por evapotranspiração, escoamento superficial e pela infiltração para o nível freático. A hidrodinâmica dominante se dá por oscilações verticais.
Planície orgânica alagada / ou Turfeira	AUs que geralmente ocorrem em interflúvios planos ou em depressões relativamente extensas preenchidas por material orgânico. As fontes de água dominantes são as precipitações, enquanto as perdas ocorrem pelo escoamento superficial e pela infiltração. A hidrodinâmica dominante ocorre por oscilações verticais.

Quadro 5. Descrição das Classes HGM. Adaptado de Brinson et al. 1993; SMITH et al.1995; NRCS, 2008; Brinson, 2009.

De acordo com Murray e Klimas (2013), com base nos fatores HGM, qualquer grupo de AUs funcionais pode ser identificado em diferentes escalas espaciais (e/ou temporais, quando considerado o regime hidrológico). A classificação HGM vem sendo aplicada até o nível das subclasses em várias regiões dos Estados Unidos para a avaliação funcional das AUs, resultando na elaboração de guias HGM regionais aplicáveis, muitas vezes mesclados com o sistema de Cowardin et al. (1979).

Larson (2009) considera que as abordagens funcionais na escala da paisagem conseguem fornecer uma indicação geral das AUs mais relevantes em termos de funções desempenhadas e das mais susceptíveis aos riscos e impactos ambientais. Entre as metodologias adotadas o autor destaca a abordagem por categoria de probabilidade funcional, que situa uma AU em uma das categorias exemplificadas a seguir:

- Manutenção da qualidade da água: a configuração geomorfológica da bacia, dos cursos d'água e das AUs marginais, é relevante para a manutenção da qualidade da água superficial. AUs em depressões isoladas apresentam pequena chance de influenciar a qualidade da água de cursos d'água. AUs ao longo de cursos d'água de primeira e segunda ordem, em zonas de cabeceiras, têm grande chance e capacidade de alterar a qualidade das águas à jusante, dependendo do uso do solo da bacia. AUs associadas à cursos d'água de ordens superiores geralmente apresentam menor possibilidade de influenciar a qualidade das águas à jusante, pois o seu volume hídrico é pouco expressivo em relação ao volume de água que flui nos cursos d'água.

- Controle de inundações: as AUs podem ser categorizadas conforme seu potencial de influenciar a magnitude das inundações. A eficácia na redução/controle de inundações aumenta de acordo com: (I) a extensão da AU; (II) sua localização; e (III) sua distância em relação à área inundada. As AUs de maior extensão, associadas a cursos d'água de ordens superiores tendem a atuar mais efetivamente no controle das inundações, sobretudo quando localizadas em médio ou baixo cursos fluviais. As AUs menores, associadas a cursos d'água de ordens inferiores, geralmente localizadas nas porções superiores das bacias, são menos atuantes no controle das inundações. AUs isoladas de canais fluviais também tem pequena influência no controle das inundações a jusante.

- Recarga de aquíferos e/ou descarga das águas subterrâneas: o potencial de recarga das AUs pode ser estimado analisando-se a topografia e a geologia superficial e o potencial de descarga pode ser avaliado pela presença de áreas de exfiltração de água. AUs em cabeceiras de drenagem sem nascentes e AUs em materiais aluviais e vulcânicos apresentam, por exemplo, potencial de recarga das águas subterrâneas. As AUs podem variar de função ao longo do ano, tornando-se locais de recarga nos períodos em que o nível freático estiver mais baixo e locais de descarga nos períodos em que o nível freático estiver mais elevado.

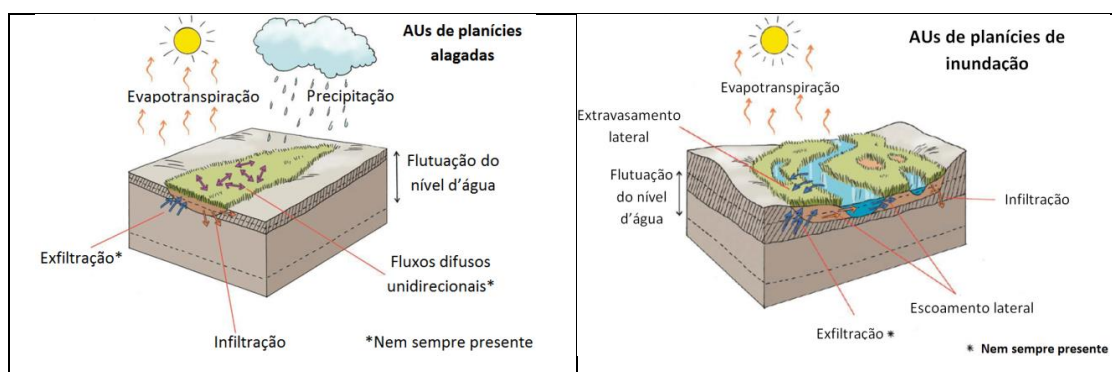
- Manutenção de cursos d'água: as AUs podem atuar na manutenção de cursos d'água desempenhando um papel fundamental no seu equilíbrio hidrológico, pois, ao participar do controle do fluxo do nível freático, a água armazenada pode ser liberada mantendo a perenização dos corpos d'água a jusante.
- Avaliação das condições das AUs em relação às alterações do uso e ocupação do solo: em áreas onde há mapeamento do uso e ocupação do solo, a localização, o tamanho e a forma das AUs presentes podem ser usadas para estimar a sua susceptibilidade aos impactos físicos. Por exemplo, a presença e a extensão de áreas impermeáveis em uma bacia podem ser critérios de avaliação dos impactos da urbanização em AUs.

Larson (2009) e Brinson (2009) consideram que a avaliação funcional pode ajudar os órgãos ambientais a elaborar programas de gestão e proteção de recursos hídricos, antecipar impactos decorrentes da implantação e operação de empreendimentos, analisar alternativas locacionais e desenvolver planos de mitigação. Contudo, a ausência de informações detalhadas e precisas, como as provenientes de monitoramento hidrológico, pode dificultar ou mesmo impedir o entendimento do comportamento hidrogeomorfológico de certa área, sobretudo as de maior complexidade hidrológica.

A África do Sul aderiu à Convenção de Ramsar em 1975 e, em 2006, publicou o primeiro sistema de classificação preliminar sul-africano. Em 2009 foi publicada uma versão mais refinada e, em 2013, foi publicado por Ollis et al. (2013) e coordenado pelo Instituto Nacional de Biodiversidade da África do Sul (SANBI). Este foi um manual detalhado de classificação dos sistemas interiores, denominado de “Sistema de Classificação para Áreas Úmidas e outros Ecossistemas Aquáticos da África do Sul”. Em um sistema composto por seis níveis de classificação (OLLIS et al., 2013) apresenta como ponto central o quarto nível, formado pelas Unidades Hidrogeomorfológicas (HGM Units). Assim, os três primeiros níveis caracterizam o contexto fisiográfico para auxiliar o agrupamento de Unidades HGM semelhantes no quarto nível, e os dois níveis posteriores (níveis 5 e 6) fornecem uma descrição mais detalhada das características de cada Unidade HGM em particular. A seguir cada nível do sistema de classificação das AUs é detalhado.

O Nível 1 (Systems) faz uma distinção entre os sistemas Marinho, Estuarino (Litorâneo) e de Interior. Os sistemas Marinho e Estuarino são diferenciados com base no grau de conectividade com o oceano. O Sistema Interior é formado por ecossistemas que são inundados ou saturados por água, de forma permanente ou temporária, mas que não apresentam conexão atual com o oceano. O Nível 2 (Regional Setting) se refere à configuração regional onde a AU se encontra, determinada com base nos atributos biofísicos que caracterizam um bioma ou uma ecorregião. No Nível 3 (Landscape Setting) é feita uma classificação das Unidades de Paisagem com base na posição topográfica dentro da qual a AU está situada, sendo basicamente reconhecidas quatro unidades, a saber: Encosta (Slope), Vale (Valley floor), Planície (Plain) e Superfícies planas elevadas (Bench). O Nível 4 (Hydrogeomorphic Unit) é representado pelas Unidades Hidrogeomorfológicas (Unidades HGM), classificado quanto a: (I) a forma e a configuração local do relevo; (II) as características hidrológicas, envolvendo o ciclo da água dentro, através e para fora de uma AU; e (III) pela hidrodinâmica, que descreve a direção e a força do fluxo da água (OLLIS et al., 2013). Assim, observa-se uma clara influência da metodologia de classificação de Brinson (1993) e Smith et al. (1995).

Ollis et al. (2013) definiram seis Unidades HGM primárias para as AUs sulafricanas: AUs de planícies alagadas (Wetland flats); AUs de planícies de inundação (Floodplain wetlands); AUs de fundos de vale sem curso d'água (Unchannelled valley-bottom wetlands); AUs de fundos de vale com curso d'água (Channelled valley-bottom wetlands); AUs de Surgências (Seep); e AUs de Depressões (Depressions). A figura 4 ilustra as seis Unidades HGM das AUs e os movimentos predominantes da água, em termos de entradas (input), circulação interna (throughputs) e saídas (output).



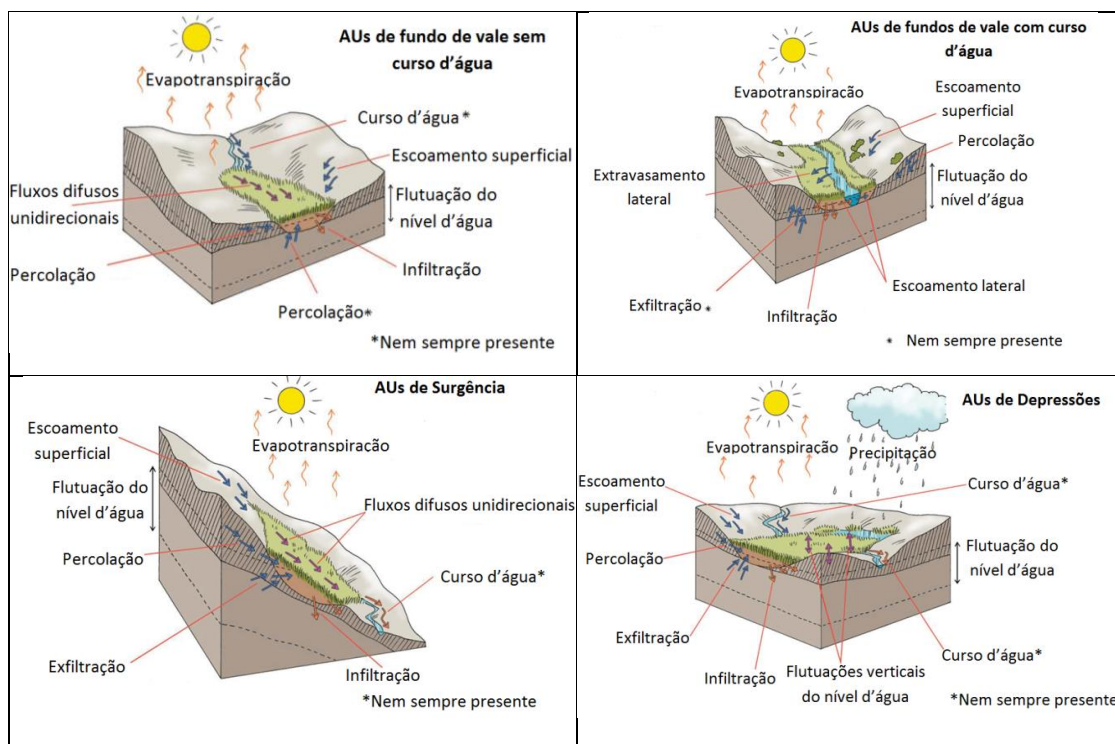


Figura 4. Blocos diagramas das Unidades HGM das AUs, segundo a Classificação Sul-Africana. Fonte: Ollis et.al. (2013), p.19.

O Nível 5 (Hydrological Regime) classifica o regime hidrológico conforme o período de inundação (Nível 5A) e de saturação do solo (Nível 5B). O Nível 6 (descriptors) busca definir, de forma não-hierárquica, as características específicas do sistema como natural ou artificial, assim como características do substrato, do solo, da cobertura vegetal, etc.

Sistemas de classificação de AUs no contexto nacional

Maltchik et al. (2004), reconhecendo a ausência de um sistema de classificação de AUs com base científica no Brasil, propuseram a primeira classificação hierárquica de AUs palustres do Rio Grande do Sul, com ênfase na estrutura das comunidades vegetacionais, com o objetivo de avaliar e reconhecer a sua diversidade local, provendo subsídios para conservação (quadro 6). O sistema teve como base as classificações de Cowardin et al. (1979) e da Convenção de Ramsar (1995) e apresenta cinco níveis (sistema, subsistemas, tipos, classes e subclasses).

O primeiro nível é formado pelo sistema palustre, com AUs sem influência de marés, vegetação herbácea ou lenhosa, ou AUs com até 30% de vegetação e menores que 30 ha. São alimentados pela

precipitação, pelo escoamento superficial e pelas descargas de águas subterrâneas, em combinações variadas (MALTCHIK et al, 2004).

O segundo nível é composto por quatro subsistemas: palustre, lacustre, fluvial/ripário e planície de inundação. No subsistema palustre, os limites entre o sistema aquático e terrestre são pouco claros e a massa d'água é menor. No subsistema lacustre, os limites entre o sistema aquático e terrestre são bem definidos e a massa d'água é maior, cujo gradiente de profundidade aumenta da margem para o seu centro. O subsistema ripário compreende canais abandonados de cursos d'água, os quais podem estar isolados ou receber influência hídrica do canal principal. O subsistema planície de inundação é formado por áreas periodicamente inundadas por cursos d'água ou lagos.

O terceiro nível é subdivido em tipos por meio das características hidrológicas. O subsistema palustre pode ser permanente, intermitente e ausente de lâmina d'água (presença de solos saturados). O sistema lacustre pode ser permanente ou intermitente. O sistema ripário não apresenta subdivisões em tipos. O sistema planície de inundação é subdivido conforme a origem da água, que pode ser lacustre (extravasamento de lagos), sendo permanente ou intermitente, ou fluvial (extravasamento de cursos d'água).

O quarto nível subdivide os tipos em classes conforme a presença de cobertura vegetal aquática (quando for maior que 30% da superfície total da AU) e nas espécies dominantes (idem). São identificadas cinco classes: ausência de vegetação (quando ocupam menos de 30 % da superfície da AU); herbácea (sem raízes fixas), emergente (raízes fixas), lenhosa e pluriestratificada (várias camadas de células na epiderme).

O quinto nível subdivide as classes herbácea e lenhosa em duas subclasses. A primeira em submersas e flutuantes, e a segunda em arbustos e árvores, que são diferenciadas pela altura das espécies. Arbustos são plantas lenhosas inferiores a quatro metros, geralmente com caules múltiplos; árvores são plantas lenhosas mais altas do que quatro metros, com uma única haste. O quinto nível hierárquico ainda pode

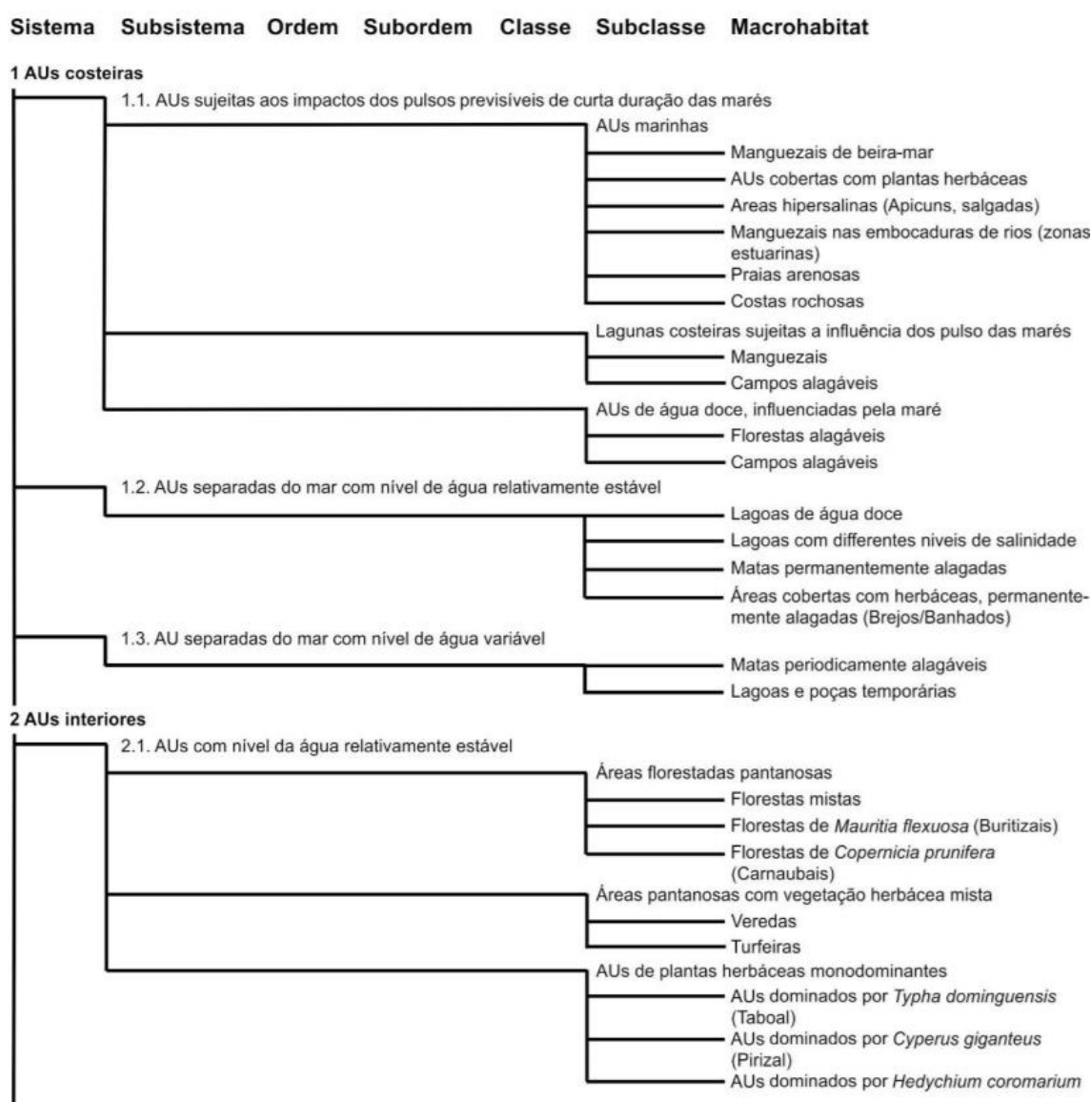
ser subdividido em espécies dominantes ou composição de espécies nas AUs (MALTCHIK et al., 2004).

Sistema	Subsistema	Tipo	Classe	Subclasse
Palustre	Palustre	Permanente	Ausência de Vegetação	
			Herbácea	Submersa/Flutuante
			Emergente	
			Lenhosa	Arbustiva/Arbórea
			Pluriestratificada	
		Intermitente	Herbácea	Submersa/Flutuante
			Emergente	
			Lenhosa	Arbustiva/Arbórea
			Pluriestratificada	
		Ausência de lâmina d'água	Emergente	
	Lacustre	Permanente	Ausência de Vegetação	
			Herbácea	Submersa/Flutuante
			Emergente	
			Pluriestratificada	
		Intermitente	Herbácea	Submersa/Flutuante
			Emergente	
	Ripário	-	Pluriestratificada	
			Ausência de Vegetação	
			Herbácea	Submersa/Flutuante
			Emergente	
			Lenhosa	Arbustiva/Arbórea
	Planície de inundação	Lacustre	Pluriestratificada	
			Herbácea	Submersa/Flutuante
			Emergente	
			Lenhosa	Arbustiva/Arbórea
		Ripária	Pluriestratificada	
			Herbácea	Submersa/Flutuante
			Emergente	
			Lenhosa	Arbustiva/Arbórea

Quadro 6. Proposta de classificação para as AUs Palustres do Rio Grande do Sul. Fonte: Maltchik et al., 2004.

Para o contexto nacional, Junk et al. (2012), por meio do INAU, propuseram um Sistema de Para o contexto nacional, Junk et al. (2015), por meio do INAU, propuseram um Sistema de Classificação para as AUs brasileiras a fim de estabelecer uma base científica para auxiliar na formação de uma política nacional de AUs. Conforme os autores, a dificuldade em estabelecer uma política específica para as AUs brasileiras se deve, principalmente, a falta de critérios padronizados de definição, delimitação e classificação que refletem as condições ecológicas e hidrológicas específicas do país.

Para tanto, foi elaborado um sistema de classificação com três níveis hierárquicos: (1) sistemas; (2) unidades definidas por fatores hidrológicos (subsistemas, ordens e subordens); (3) unidades definidas por plantas superiores (classes, subclasses e macrohabitats). A figura 5 apresenta o Sistema de Classificação das Áreas Úmidas Brasileiras proposto pelo INAU, com influência dos sistemas de Cowardin e de Ramsar.



Continuação próxima página

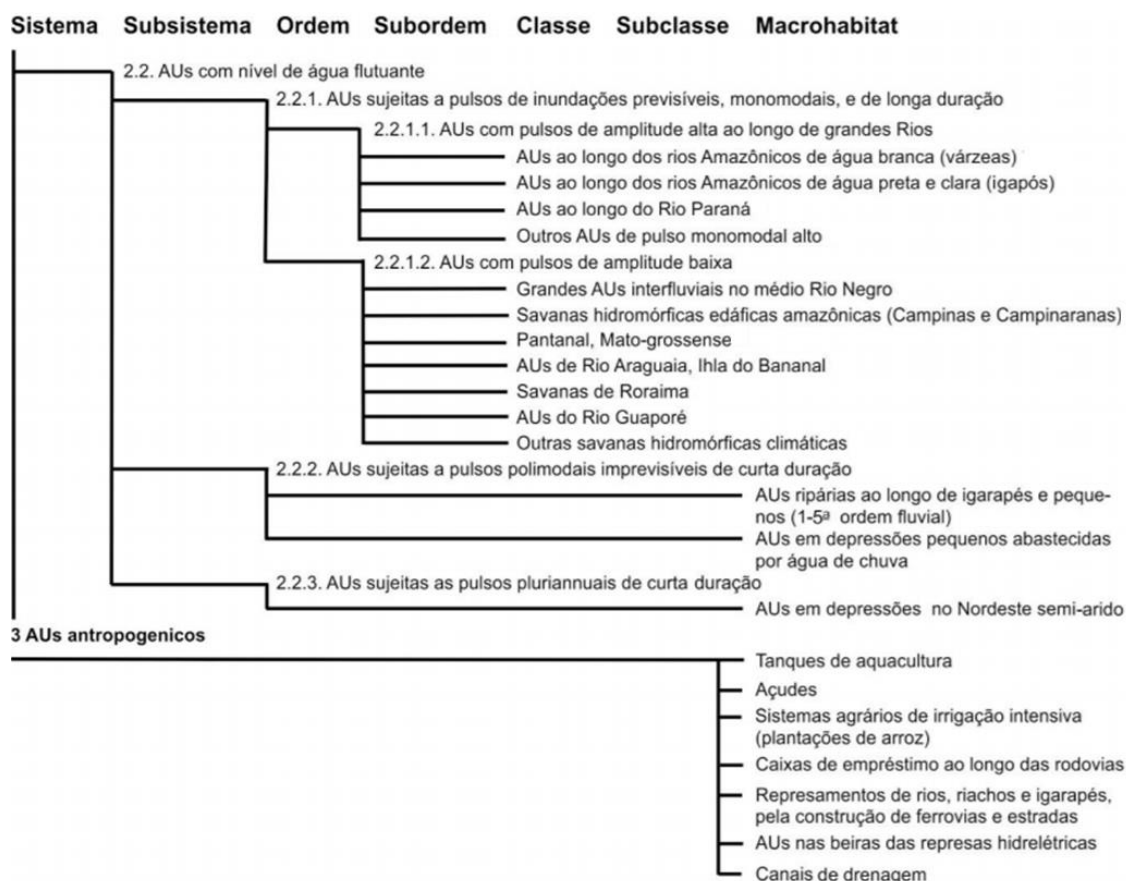


Figura 5. Sistema de Classificação das Áreas Úmidas Brasileiras. Fonte: Junk et al. (2012 p.36-37)

O primeiro nível faz distinção entre os sistemas das AUs costeiras, Interiores e antropogênicas, enquanto o segundo nível (Subsistemas, Ordens e Subordens) baseia-se em parâmetros hidrológicos que apresentam função chave na classificação por serem considerados elementos definidores. Este nível é formado por cinco Subsistemas, dos quais três são costeiros e dois são interiores. Os critérios que definem os subsistemas são disponibilidade e origem da água, havendo dois grupos: AUs permanentes/perenes (nível d'água relativamente estável) e AUs sazonais/temporárias e efêmeras (nível d'água flutuante/ pulsos de inundação). As AUs interiores sazonais/temporárias representam a maior parte das AUs brasileiras, sendo subdivididas em três Ordens e duas Subordens pela dinâmica hidrológica dos pulsos de inundação, sendo classificados conforme sua duração (longa ou curta duração), periodicidade (previsível, imprevisível), frequência (monomodal e polimodal) e/ou amplitude (alta, baixa e variável).

O terceiro nível foi baseado na presença de plantas superiores (herbáceas e lenhosas) e na estrutura de suas comunidades, sendo divididas em diversas Classes, Subclasses e Macrohabitats, visto que a

variação entre períodos úmidos e secos na maior parte das AUs brasileiras forma uma rica diversidade de vegetação.

Síntese dos Sistemas de Classificação de AUs

O Quadro 7 sintetiza as informações dos sistemas de classificação apresentados.

Cowardin <i>et al.</i> (1979)	
Três Níveis principais: Sistemas (I), Subsistemas (II) e Classes (III)	
<p><u>Nível I - Cinco Sistemas: cada sistema compartilha de influências hidrológicas, geomorfológicas, químicas e/ou biológicas semelhantes</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marinho 2. Estuarino 3. Fluvial: ecossistemas aquáticos e AUs sem predomínio de vegetação dentro de cursos d'água; 4. Lacustre: ecossistemas aquáticos e AUs em depressões topográficas ou cursos d'água represados, área > 8 ha; vegetação < de 30% da área total; 5. Palustre: não apresenta ecossistemas aquáticos; são dominados pela vegetação e compreendem a maioria das AUs brejosas/pantanosas. Encontram-se associadas ou não aos sistemas fluviais e lacustres. Quando não apresentam vegetação são < 8 ha e < 2 m de profundidade. 	
<p><u>Nível II - Cinco Subsistemas para as AUs de interior. Os subsistemas informam a frequência e/ou intensidade das inundações/alagamentos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fluviais: dependente da vazão, perene fraco, perene forte e intermitente; • Lacustres: limnético (lênticos/lagos) e litorâneo; • Palustres: não apresentam subsistemas. 	<p><u>Nível III - Classes: classificam pelo tipo de substrato e/ou pela vegetação.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Substrato: quando < 30% da área total é coberta por vegetação; • Vegetação: quando > 30% da área total é coberta por vegetação.
Scott e Jones (1995)	
Três Níveis: Sistemas (I), Subsistemas (II) e Classes/Tipos (III)	
<p><u>Nível I - Quatro sistemas e cinco subsistemas</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Marinho/Costeiro (subsistemas Marinho e Estuarino) 2. Sistema Interior (subsistemas Fluvial, Lacustre, Palustre e Geotermal) 3. Sistema Antrópico 4. Sistema Cárstico 	<p><u>Nível III - Classes: diversas características aleatórias. Exemplos de alguns tipos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Marinho: recifes de coral, margens de areia, cascalho o seixos. • Fluvial: cursos d'água, nascentes. • Lacustres: lagos, grandes lagoas marginais, pântanos, brejos. • Palustres: turfeiras, lagoas, nascentes, pântanos, brejos. • Artificiais / Antrópicos: açudes, terras agrícolas, terras irrigadas, escavações, áreas de tratamento de águas residuais. • Cárstico: costeiros, continentais e artificiais
<p><u>Nível II – regime hidrológico</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Submerso e temporariamente submerso (sistema marinho/costeiro) • Permanente, Sazonal e/ou Intermitente (sistema de interior). 	

Semeniuk e Semeniuk (1995; 2011)	
Duas Unidades Primárias: formas de relevo e regime hidrológico	
Fatores estruturantes que determinam a existência de uma AU na paisagem	
<u>Sete tipos de contextos morfológicos:</u> <ol style="list-style-type: none">1. Topos de morro2. Escarpas3. Encostas4. Planícies, áreas planas5. Vales6. Cursos d'água, planícies de inundação7. formas depressionais /abauladas	<u>Tipos de regime hidrológico:</u> <ul style="list-style-type: none">• Inundação e/ou saturação permanente(s)• Inundação e/ou saturação sazonal(is)• Inundação intermitente A inundação efêmera é desconsiderada.
<u>Unidades secundárias:</u> origem da água, tamanho, profundidade, dentre outras.	
Brinson (1993) e Smith <i>et al.</i> (1995)	
Sete Classes HGM: contexto geomorfológico (I), fonte de água (II) e hidrodinâmica (III).	
Abordagem HGM: Respondem pelo funcionamento das AUs	<u>(III) Características hidrodinâmicas dominantes:</u>
<u>(I) Sete tipos de contextos geomorfológicos (morfologia da AU e sua posição topográfica na paisagem):</u> <ol style="list-style-type: none">1. Fluvial: AUs em planícies de inundação2. Depressional: AUs em depressões topográficas3. Encosta: AUs em vertentes4. Lacustre: AUs adjacentes aos lagos5. Estuarino: AUs ao longo do litoral6. Planície alagada orgânica: AUs geralmente em interflúvios planos ou em depressões preenchidos por material orgânico.7. Planície alagada mineral: AUs geralmente em interflúvios ou fundos de vale amplos e planos.	<ol style="list-style-type: none">(a) flutuações verticais do nível d'água em depressões;(b) fluxos unidirecionais superficiais ou próximos à superfície em planícies de inundação;(c) fluxos bidirecionais superficiais ou próximos à superfície ao longo de vertentes.
<u>(II) Três tipos de fontes de água:</u> <ol style="list-style-type: none">(a) precipitação;(b) exfiltração do nível freático;(c) escoamento de águas superficiais, incluindo o extravasamento lateral de corpos d'água, e das águas próximas à superfície.	Qualquer grupo de AUs funcionais pode ser identificado em diferentes escalas espaciais (e/ou temporais, quando considerado o regime hidrológico).
As subclasses podem ser acompanhadas por características, como: tipos de feições geomorfológicas (como meandros abandonados e lagoas marginais), comportamento do regime hidrológico, identificação das ordens e gradientes dos cursos d'água associados às AUs, localização da AU na bacia e tamanho.	
Ollis <i>et al.</i> (2013)	
Quatro Níveis primários: Sistemas (I), Configuração regional (II), Unidades de Paisagem (III) e Unidades HGM (IV)	
<u>Nível I - Três sistemas:</u> <ol style="list-style-type: none">1. Marinho2. Estuarino3. Interior	<u>Nível IV: Unidades HGM: forma e configuração local do relevo; características hidrológicas dentro, através e para fora de uma AU; e hidrodinâmica, direção e a força do fluxo d'água.</u>
<u>Nível II: configuração regional: atributos biofísicos</u>	<ol style="list-style-type: none">1. AUs de planícies alagadas;2. AUs de planícies de inundação;3. AUs de fundos de vale com curso d'água;4. AUs de fundos de vale sem curso d'água;5. AUs de Depressões;6. AUs de Surgências.
<u>Nível III: Unidades de Paisagem para o sistema de interior: posição topográfica dentro da qual a AU está situada:</u> <ol style="list-style-type: none">1. Encosta: vertente.2. Vale: base de um vale, situado entre duas encostas;3. Planície: área suavizada, com baixa declividade.	Níveis secundários:

4. Superfícies planas elevadas: patamares e topos de morro, por exemplo.	<u>Nível V: regime hidrológico:</u> aplicado junto com a com o Nível IV para distinguir as unidades funcionais; <u>Nível 6: características específicas,</u> como natural ou artificial, tipo de substrato e vegetação.
Maltchik et al. (2004)	
Cinco Níveis: Sistema (I), Subsistema (II), Tipo (III), Classe (IV) e Subclasse (V)	
<u>Nível I: Sistema Palustre:</u> AUs sem influência de marés, dominadas por vegetação, ou com até 30% de vegetação e menores que 30 hectares.	<u>Nível IV: Classes pela cobertura vegetal e na forma de vida das espécies dominantes</u>
<u>Nível II: Quatro Subsistemas</u>	1. Ausência de vegetação (vegetação < 30 % da superfície total da AU);
1. Palustre: limites pouco claros entre sistemas aquático e terrestre; massa d'água menor;	2. Herbácea (sem raízes fixas);
2. Lacustre: limites bem definidos sistemas aquático e terrestre; massa d'água maior;	3. Emergente (raízes fixas);
3. Ripário: canais abandonados, isolados ou não;	4. Lenhosa (plantas que produzem madeira);
4. Planície de inundação: inundação periódica por extravasamento de corpos d'água.	5. Pluriestratificada (várias camadas de células na epiderme).
<u>Nível III: Tipos de AU através de características hidrológicas, sobretudo o regime hidrológico</u>	<u>Nível V: Subclasses (herbácea e lenhosa)</u>
1. Palustre: permanente, intermitente e sem lâmina d'água;	• Herbácea: submersas e flutuantes;
2. Lacustre: permanente e intermitente;	• Lenhosa: arbustiva e arbórea.
3. Fluvial/ripário: não apresenta.	
4. Planície de inundação: lacustre ou ripário.	
Junk et al. (2015)	
Três Níveis: Sistemas (I), Subsistemas (II) e Classes (III)	
<u>Nível I: Três Sistemas de AUs</u>	As AUs interiores apresentam dois subsistemas, três ordens e duas subordens
1. Costeiras	2.1 - AUs permanentemente cobertas por água ou saturadas (nível d'água relativamente estável)
2. Interiores	• Ordem 2.2.1 - AUs sujeitas a pulsos de inundação previsíveis, monomodais e de longa duração
3. Antrópicas	• Subordem 2.2.1.1 - Com amplitude alta
	• Subordem 2.2.1.2 - Com amplitude baixa
<u>Nível II: parâmetros hidrológicos, subdivididos em Subsistemas, Ordens e Subordens;</u>	2.2 - AUs que secam periodicamente/sazonais ou temporárias e efêmeras (nível d'água flutuante/pulsos de inundação).
<u>Subsistemas:</u> disponibilidade e origem da água;	• Ordem 2.2.2 - AUs sujeitas a pulsos de inundação imprevisíveis, polimodais e de curta duração;
<u>Ordens e Subordens:</u> dinâmica hidrológica dos pulsos de inundação, conforme a duração (longa ou curta duração), periodicidade (previsível ou imprevisível), frequência (monomodal ou polimodal) e/ou amplitude (alta, baixa ou variável).	• Ordem 2.2.3 - AUs sujeitas a pulsos de inundação plurianuais e de curta duração
	<u>Nível III:</u> plantas superiores e estruturas de comunidades (classes, subclasses e macrohabitats).

Quadro 7. Síntese dos sistemas de classificação apresentados Fonte: Autor (2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Importância dos parâmetros hidrogeomorfológicos na classificação de AUs

No contexto internacional, há uma tendência cada vez maior dos sistemas incluírem classes ou parâmetros HGM em função de um reconhecimento, tanto da comunidade científica quanto por órgãos governamentais, da sua utilidade para fins de gestão e proteção. Por exemplo, para Maltby et al. (2009), o uso de classes HGM para uma avaliação funcional é um pré-requisito fundamental para as decisões públicas que afetam os serviços ecossistêmicos das AUs. O uso de parâmetros HGM é recomendável nos primeiros níveis de classificação, pois tendem a formar classes mais estáveis, amplas e unificadoras em relação à vegetação (SEMENIUK e SEMENIUK, 1995).

A proposta de classificação brasileira não incorpora critérios geomorfológicos ou Classes HGM. A justificativa é que esses fatores propostos por Brinson (1993) e Semeniuk e Semeniuk (1995) são mais úteis sob o ponto de vista científico e pouco contribuem para a discussão política na gestão de AUs no Brasil (JUNK et al., 2015). Conforme estes autores, a classificação brasileira apresenta uma abordagem prática de monitoramento remoto que auxilia na proteção das AUs, já que na maioria das vezes os impactos humanos são iniciados com a supressão da vegetação. Além disso, consideram que ao incorporar termos específicos regionais, a mesma pode ser explicada de forma mais clara aos organismos governamentais e à população.

Contudo, considera-se que a presença de termos específicos regionais e a ausência de critérios geomorfológicos pode dificultar o entendimento das AUs brasileiras, sobretudo por pesquisadores e profissionais que não são das ciências biológicas e/ou que desconhecem vocábulos regionais, como pode ser visto pelo uso de termos específicos na subclasse de plantas herbáceas dominantes (figura 1.6). Além disso, observa-se que a classificação das AUs brasileiras se assemelha a um inventário de AUs, principalmente da região costeira e dos biomas da Amazônia e Pantanal, tornando-se difícil aplicá-la, por exemplo, para as AUs do estado de Minas Gerais. Cowardin e Golet (1995) e Scott e Jones (1995) consideram pouco adequado o uso de termos regionais e específicos, podendo tornar o uso da classificação difícil, principalmente quando a uniformidade dos termos e comparação entre as AUs são

importantes. Para Penteado (2011), as especificidades regionais e locais devem ser consideradas na escala de detalhe, inseridas dentro de um sistema hierárquico mais amplo, já que a classificação busca ordenar enquanto a caracterização está contida dentro da classificação. Para Finlayson e Van Der Valk (1995), detalhar habitats de AUs em grandes sistemas de classificação pode inviabilizar o seu uso. A inserção de macrohabitats de algumas AUs antrópicas pode gerar divergências entre especialistas da área, já que engloba, por exemplo, tanques de aquacultura e caixas de empréstimo ao longo de rodovias.

A classificação pode dificultar ou limitar o entendimento da posição/localização das AUs na paisagem, os mecanismos hidrológicos, a existência de conectividade fluvial, bem como as suas funções hidrológicas como controle de inundação, manutenção da qualidade da água e/ou área de recarga ou descarga. Como exemplo de questionamento, as AUs com nível d'água relativamente estável, como as com espécies de *Copernicia prunifera* (Carnaubais), *Typha domingensis* (Taboal) e *Cyperus giganteus* (Pirizal) não estariam em planícies de inundação por não apresentarem pulsos de inundação? A origem da água é superficial e/ou subsuperficial? São sistemas isolados ou integrados? Funcionam como áreas de recarga ou descarga? Dependem de áreas externas para manutenção hidrológica?

Entende-se, portanto, que os aspectos geomorfológicos, juntamente com os hidrológicos e vegetacionais, podem ser facilitadores no processo de identificação, classificação, mapeamento e caracterização das AUs, seja em escritório ou em campo. Além disso, considera-se que a caracterização das AUs por classes, subclasses ou parâmetros HGM pode auxiliar na conservação das AUs, pois permite analisar tanto o seu papel e funcionamento hidrológico na paisagem quanto indicar, em termos gerais, aquelas de maior desempenho hidrológico e/ou vulnerabilidade ambiental. Ainda, conforme Maltby et al. (2009), as classificações que consideram as funções e os serviços socioambientais gerados pelas AUs podem despertar maior interesse para proteção do que aquelas baseadas somente em aspectos da biodiversidade, pois, na prática, as medidas de conservação não garantem a proteção e/ou a gestão apropriada desses ambientes, apenas polarizam uma ética aparente de conservação da natureza versus as demandas imediatas da sociedade. Assim, um sistema que incluía

classes ou parâmetros HGM pode auxiliar em avaliações de impactos e processos de gestão mais seguros por apresentar uma visão mais integrada do meio.

Por fim, destaca-se o elevado potencial de aplicabilidade de critérios geomorfológicos para ambientais onde há quadros morfológicos diversos que respondem e funcionam hidrologicamente de forma específica, determinando diferentes tipos de AUs. Este é o caso de muitos contextos de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

BRINSON, M.M. The United States HGM (hydrogeomorphic) approach. In: MALTBY, E; BARKER, T (eds). The wetlands handbook. Wiley-Blackwell, Oxford, UK. 2009. Chapter 22. p.486 -512.

BRINSON, M. M. A hydrogeomorphic classification for wetlands. Technical Report WRP-DE-4, U.S. Army Corps of Engineers Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS, 1993.

COWARDIN, L.M, CARTER, V; GOLET, F.C ; LAROE, E.T. Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. US Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. Washington, DC. 1979.

COWARDIN L. M.; GOLET F. C. US Fish and Wildlife Service 1979. Wetland Classification: A Review. Vegetation, v. 118, n. 1/2, p. 139-152, 1995.

FINLAYSON, C. M ; VAN DER VALK, A. G. Classification and Inventory of the World's Wetlands. Advances in Vegetation Science v. 16, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1995.

GOMES, C. S. Bases teórico-conceituais e subsídios para a classificação hidrogeomorfológica das áreas úmidas em Minas Gerais. 2017. 212 f. Dissertação (mestrado) – Departamento de Geografia – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F; KANDUS, P; LACERDA, L.D; BOZELLI, R.L; ESTEVES, F.A; CUNHA, N.C; MALTCHIK, L; SCHÖNGART, J; SCHAEFFER- NOVELLI, Y.; AGOSTINHO, A.A; NÓBREGA, R.L.B; CAMARGO, E. Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats. Parte I: Definição e Classificação das Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Base Científica para uma Nova Política de Proteção e Manejo Sustentável. In: CUNHA, C. N.; PIEDADE, M.T.F; JUNK, W. J. Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats. Cuiabá: EdUFMT, 2015. 165 p.

KOTZE, D.C. 1999. A system for supporting wetland management decisions. PhD thesis. University of Natal, Pietermaritzburg. 1999.

LARSON, J.S. Introduction – Methodologies for Wetland Assessment. In: MALTBY, E; BARKER, T (eds). The wetlands handbook. Wiley-Blackwell, Oxford, UK. 2009. Chapter 21. p.467-485.

MACHADO, H.M. Comportamento do carbono orgânico em área úmida do cerrado: Estudo de caso em uma área úmida do Córrego Beija-Flor. 2014. 89 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2014.

- MALTBY, E; BARKER, T; LINSTEAD, C. Development of a European Methodology for the Functional Assessment of Wetlands. In: MALTBY, E; BARKER, T (eds). The wetlands handbook. Wiley-Blackwell, Oxford, UK. 2009. Chapter 23. 513-544.
- MALTCHIK.L; ROLON, A.S.; GUADAGNIN, D.L; STENERT, C. Wetlands of Rio Grande do Sul, Brazil: a classification with emphasis on plant communities. *Acta Limnol. Bras.*, v.16, n.2, p.137-151, 2004.
- MITSCHE, W. J.; GOSSELINK, J. G. Wetlands. 4. ed. John Wiley e Sons, Inc. US, 2007. p. 582.
- MURRAY, E.O E KLIMAS, C.V. A Regional Guidebook for Applying the Hydrogeomorphic Approach to Assessing Functions of Forested Wetlands in the Mississippi Alluvial Valley. US Army Corps of Engineers. Wetlands Regulatory Assistance Program. 2013.
- NRCS, NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE. Hydrogeomorphic Wetland Classification System: An Overview and Modification to Better Meet the Needs of the Natural Resources Conservation Service. United States Department of Agriculture. Technical Note No. 190-8-76. 2008.
- OLLIS, D.J.; SNADDON, K.; JOB, N.; MBONA, N. 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, 2013.
- PENTEADO, A.F. Mapeamento e análise geomorfológicos como subsídio para identificação e caracterização de terras inundáveis: Estudo de caso da bacia hidrográfica do rio dos Sinos – RS. 2011. 314 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971), 6th ed. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland. 2013. Disponível em <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/manual6-2013-e.pdf>. Acesso em 11 maio 2016.
- SEMENIUK, C.A.; SEMENIUK, V. A geomorphic approach to global classification for inland wetlands. *Vegetatio* 118: 103-124. 1995.
- SEMENIUK, C.A.; SEMENIUK, V. A comprehensive classification of inland wetlands of Western Australia using the geomorphic-hydrologic approach. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 94: 449-464. 2011.
- SCOTT, D. A.; JONES T. A. Classification and inventory of wetlands: A global overview. *Plant Ecology*, v.118, n.1-2, p 3-16, 1995.
- SMITH, R.D.; AMMANN, A.; BARTOLDUS, C.; BRINSON, M. An approach for assessing wetland functions using hydrogeomorphic classification, reference wetlands, and functional indices. Technical Report WRP-DE-9, U.S. Corps of Engineers, Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS, 1995.
- TINER, R.W. Wetland Indicators: A Guide to Wetland Identification, Delineation, Classification, and Mapping. Boca Raton: CRC Press LLC, 1999. 418 p.