

**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Instituto de Geociências**  
**Departamento de Geografia**

**Cecília Siman Gomes**

**BASES TEÓRICO-CONCEITUAIS E SUBSÍDIOS PARA  
A CLASSIFICAÇÃO HIDROGEOMORFOLÓGICA  
DAS ÁREAS ÚMIDAS EM MINAS GERAIS**

**Belo Horizonte**

**2017**

**Cecília Siman Gomes**

**BASES TEÓRICO-CONCEITUAIS E SUBSÍDIOS PARA  
A CLASSIFICAÇÃO HIDROGEOMORFOLÓGICA  
DAS ÁREAS ÚMIDAS EM MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Análise Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Antônio Pereira Magalhães Jr.

Belo Horizonte

2017

G633b Gomes, Cecília Siman.  
2017 Bases teórico-conceituais e subsídios para a classificação hidrogeomorfológica das áreas úmidas em Minas Gerais [manuscrito] / Cecília Siman Gomes. – 2017.  
212 f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientador: Antônio Pereira Magalhães Jr.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia, 2017.

Área de concentração: Análise Ambiental.

Bibliografia: f. 191-201.

Inclui apêndices.

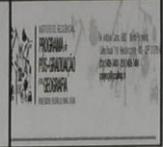
1. Águas subterrâneas – Minas Gerais – Teses. 2. Hidrologia – Minas Gerais – Teses. 3. Geomorfologia – Minas Gerais – Teses. 4. Classificação – Teses. I. Magalhães Júnior, Antônio Pereira. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Geografia. III. Título.

CDU: 556.5(815.1)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**ÁREAS ÚMIDAS (AUs): BASES TEÓRICO-CONCEITUAIS E LEGAIS E PROPOSTAS DE DEFINIÇÃO E DE PARÂMETROS HIDROGEOMORFOLÓGICOS PARA A CLASSIFICAÇÃO DAS AUs DE MG**

**CECÍLIA SIMAN GOMES**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOGRAFIA, como requisito para obtenção do grau de Mestre em GEOGRAFIA, área de concentração ANÁLISE AMBIENTAL.

Aprovada em 13 de setembro de 2016, pela banca constituída pelos membros:

Prof(a). Antonio Pereira Magalhaes Junior - Orientador  
UFMG

Prof(a). Fábio Soares de Oliveira  
UFMG

Prof(a). Sylvia Therese Meyer Ribeiro  
CETEC

Belo Horizonte, 13 de setembro de 2016.

**À minha família.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Antônio Pereira Magalhães Junior, com quem aprendi muito, especialmente pela oportunidade de orientação, pelas contribuições, pela confiança em mim depositada, pelos conselhos e pela amizade.

Agradeço aos entrevistados, pela disposição, pelas discussões, pelos ensinamentos e pelas contribuições a esse trabalho.

Agradeço aos meus amigos, em especial da Geografia, feitos na graduação e no mestrado, pela convivência, pelas conversas e trocas, pelo incentivo e apoio, especialmente Laura, Letícia, Aninha, Rodrigo, Josie, Manuela e Amanda. Também agradeço os amigos geógrafos Henrique Machado e Carmélia pelas ajudas e contribuições importantes.

Agradeço aos meus pais e às minhas irmãs, que me deram todo apoio e incentivo nessa trajetória e que estiveram sempre ao meu lado, participando do meu crescimento pessoal e profissional.

## RESUMO

As Áreas Úmidas (AUs) são consideradas um dos ecossistemas mais relevantes da Terra. Cobrem aproximadamente 20% do território nacional, mas seu funcionamento e seus benefícios socioambientais ainda são poucos conhecidos e valorizados. O Brasil tornou-se membro da Convenção de Ramsar em 1993, mas pouco avançou na aplicação de critérios de definição, classificação e delimitação necessários para garantir a proteção e gestão sustentável das suas AUs. Os sistemas de classificação das AUs são fundamentais nesses processos, pois permitem categorizá-las, compará-las, além de prover uniformidade conceitual e terminológica. Os parâmetros hidrogeomorfológicos (HGM) têm sido cada vez mais reconhecidos e utilizados nos primeiros níveis de classificação desses sistemas, caracterizando as AUs conforme seu contexto geomorfológico e sua dinâmica hidrológica, bem como ampliando a compreensão de suas diversas funções ambientais. Em Minas Gerais, a variedade de quadros morfológicos presentes condiciona diversos tipos característicos de AUs. Neste contexto, esta pesquisa teve por objetivo desenvolver uma proposta conceitual de AUs e definir classes hidrogeomorfológicas como subsídios para compor níveis iniciais de um sistema de classificação das AUs em Minas Gerais, visando contribuir para sua proteção e gestão e futuras pesquisas científicas na área. Para tanto, foram feitos estudos das referências e bases conceituais e institucionais das AUs; estudos de diversos sistemas de classificação, incluindo como estudo de caso o sistema sul-africano que apresenta base HGM; e entrevistas com especialistas da área. Os levantamentos foram acompanhados de análises e quadros sínteses, que permitiram uma maior articulação das pesquisas para o desenvolvimento do conceito e das classes hidrogeomorfológicas. A elaboração da proposta conceitual envolveu as características que assumem papel central na identificação, formação, delimitação e classificação das AUs para permitir um maior entendimento e aplicação do conceito. Foram propostas cinco grandes Classes HGM das AUs em Minas Gerais, a saber: AUs de Áreas Inundáveis; AUs Deprimidas; AUs de Áreas Planas Elevadas; AUs de Cabeceiras de Drenagem e AUs de Fundo de Vale (sem ou com poucas formas deposicionais atuais ativas). Cada uma dessas cinco classes apresenta características geomorfológicas e hidrológicas dominantes, bem como sistemas úmidos e coberturas superficiais geralmente associados. Foi elaborado um panorama inicial de distribuição das classes em Minas Gerais. As propostas desenvolvidas podem contribuir para o avanço de futuras pesquisas na área e para o desenvolvimento de instrumentos de proteção e gestão mais eficazes e completos.

Palavras chave: áreas úmidas, hidrogeomorfologia, sistemas hídricos, dinâmica hidrológica.

## ABSTRACT

Wetlands are considered one of the most important ecosystems. They cover nearly 20% of Brazilian territory but their functions and benefits are still poorly known and recognized. Brazil became a member of Ramsar's Convention in 1993, but advanced slowly to establish criteria for definition, classification and delimitation necessary to warrant protection and sustainable use of its wetlands. Classification systems are essential in these processes since they provide categorization, conceptual and terminological uniformity. The hydrogeomorphic (HGM) parameters have been widely recognized and used in the first levels of classification, characterizing wetlands according to their geomorphological context and hydrology dynamics, as well as increasing the understanding of their environmental functions. In the state of Minas Gerais the diversity of morphologies condition a variety of types of wetlands. In this context, this research aimed to develop a conceptual reference proposal and define hydrogeomorphological classes to provide subsidies to compose the first levels of a classification system for wetlands in Minas Gerais, seeking to contribute to its protection and management and future scientific research in the area. During the research, studies of conceptual and institutional wetlands references, studies of several classification systems (including the case of the HGM South African System) and interviews with wetlands scientists were done. Several tables of analysis and synthesis combining results of these studies and interviews enabled a greater articulation of this research. The proposal resulted in a conceptual synthesis that includes characteristics related to the formation, identification, and delimitation of wetlands, looking for greater agreement by various professionals and their application in the field. For Minas Gerais, five major wetlands HGM Classes were proposed, namely: Floodplain Wetlands; Depression Wetlands; Wetlands High Flats; Seep Wetlands; and Valley-bottom Wetlands (with any or few depositional features). Each of these five configurations shows morphological and hydrological dominant characteristic, together with the wet system and main types of superficial covers associated. An initial overview of wetland class distribution in Minas Gerais was elaborated. These propositions may contribute to future researches and to the development of more effective tools for protection and wise use of these kind of systems.

**Keywords:** wetlands, hydrogeomorphology, water systems, hydrological dynamics.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- APP's – Áreas de Preservação Permanente
- EUA – Estados Unidos
- CETEC – Centro de Inovação e Tecnologia
- CNPq - Plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
- CNZU - Comitê Nacional para as Zonas Úmidas
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CONVENÇÃO DE RAMSAR - Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat para Aves Aquáticas;
- CPP - Centro de Pesquisa do Pantanal
- CTPNRH - Câmara Técnica do Plano Nacional de Recursos Hídricos
- EPA - *U.S Environmental Protection Agency* - Agência de Proteção Ambiental
- HGM – Hydrogeomorphic – Hidrogeomorfológico;
- HGM *approach* - abordagem hidrogeomorfológica
- HGMUs - *Hydrogeomorphic Units* - Unidades Hidrogeomorfológicas Distintas - HGMUs
- IBP - *International Biological Program* – Programa Biológico Internacional
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- INAU - Instituto Nacional de Áreas Úmidas
- IUCN - *International Union for Conservation of Nature* – União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais;
- MMA - Ministério do Meio Ambiente;
- NUPAUB - Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas em Áreas Úmidas Brasileiras
- NWA – *National Water Act (Act No. 36 of 1998)* - Lei Nacional das Águas da África do Sul
- NRC - National Research Council
- NRCS - *Natural Resources Conservation Service*- Serviço de Conservação dos Recursos Naturais
- NWWG *National Wetlands Working Group* – Grupo de Trabalho Nacional de Áreas Úmidas do Canadá
- NWCS - Sistema Nacional de Classificação das Áreas Úmidas (África do Sul)
- PAH - *Plano Andaluz de Humedales* – Plano de AUs de Andaluzia (Espanha)
- PNAP - Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas
- PNRH - Plano Nacional de Recursos Hídricos
- PROVÁRZEAS - Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis
- SANBI – South African National Biodiversity Institute;
- SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
- SOIL TAXONOMY - *Soil Survey Staff* - Sistema norte americano de Classificação dos Solos
- SÍTIOS RAMSAR - Sítios de Importância Internacional
- SNGRH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
- UC - Unidades de Conservação
- UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso
- USACE - *U.S Army Corps of Engineers*- Corpo de Engenheiros do Exército norte-americano
- USDA - *U.S.Department of Agriculture* - Departamento de Agricultura Norte Americano
- USFWS - *U.S. Fish and Wildlife Service* - Serviço Estadunidense de Pesca e Vida Silvestre
- USP – Universidade de São Paulo
- *EU Commission* - Comissão Europeia

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO .....	16
2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	20
3 – BASES TEÓRICO-CONCEITUAIS E ABORDAGENS LEGAIS DAS ÁREAS ÚMIDAS .....	27
3.1 - Contexto internacional .....	27
3.2 - Contexto brasileiro .....	41
3.3 – Quadro síntese das definições de AUs nos contextos internacional e nacional.....	51
3.4 – Considerações sobre formação e características das AUs .....	54
4 – SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS .....	60
4.1 – Contexto internacional.....	62
4.1.1 – Parâmetros hidrogeomorfológicos para a classificação das AUs .....	69
4.1.2 – Estudo de caso: Guia do Sistema de Classificação das AUs da África do Sul .....	82
4.2 – Contexto nacional .....	94
4.3 – Quadro síntese dos sistemas de classificação de AUs apresentados .....	100
4.4 – Considerações sobre o sistema de classificação nacional e as classes hidrogeomorfológicas ...	103
5- CONCEPÇÕES DE ESPECIALISTAS SOBRE ÁREAS ÚMIDAS.....	105
5.1 - Fatores determinantes, coadjuvantes e/ou resultantes nos processos de formação das AUs .....	105
5.2 – O papel da água .....	109
5.3 – Características e delimitação .....	120
5.4 – Aspectos conceituais .....	130
5.5 - Parâmetros iniciais de classificação de AUs .....	137
5.6 – Tipos de AUs: as particularidades, sobretudo, do estado de Minas Gerais .....	139
5.7 - Considerações na definição e na classificação das AUs sob a ótica dos entrevistados.....	154
6 – PROPOSTAS DE DEFINIÇÃO E DE CLASSES HGM PARA AS AUs EM MG.....	157
6.1 – Proposta de definição de AUs .....	157
6.2– Proposta de Classes HGM para AUs em MG .....	167
6.2.1 - AUs de Planícies Inundáveis.....	170
6.2.2 - AUs Deprimidas .....	172
6.2.3 - AUs Planas e Elevadas .....	174
6.2.4 - AUs de Cabeceiras de Drenagem .....	176
6.2.5 - AUs de Fundos de Vale .....	177
6.3 - Panorama geral de distribuição das classes de AUs em Minas Gerais .....	180
7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	187
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	190
APÊNDICES.....	202
APÊNDICE 1– Roteiro de Entrevista .....	203
APÊNDICE 2 – Principais tipos de coberturas vegetais nas AUs em MG .....	210
APÊNDICE 3 – Principais tipos de solos nas AUs em Minas Gerais .....	211

## ***QUADROS***

---

Quadro 2.1 - Perfil geral dos cinco entrevistados e data de realização das entrevistas .....	24
Quadro 3.1 - Critérios para a identificação de Zonas Úmidas de Importância Internacional .....	33
Quadro 3.2 - Zonas Úmidas brasileiras incluídas na Lista de Sítios de Ramsar, com suas respectivas datas de inclusão	43
Quadro 3.3 - Critérios Nacionais para a seleção de Áreas Protegidas a serem indicadas como potenciais Sítios de Importância Internacional .....	45
Quadro 3.4- Nomes populares para os diferentes tipos de AUs brasileiras e sua caracterização, conforme o INAU..	47
Quadro 3.5 – Delimitação das faixas de proteção no entorno das Áreas Úmidas no estado do Paraná.....	50
Quadro 3.6 – Síntese com os principais conceitos de AUs ao longo dos séculos XX e XXI.....	51
Quadro 4.1 - Sistema de Classificação de Ramsar dos tipos de AUs.....	66
Quadro 4.2 - Características das AUs dos Sistemas Marinhos .....	68
Quadro 4.3 - Características das AUs dos Sistemas Interiores .....	68
Quadro 4.4- Tipo de formas do relevo e principais características físicas associadas .....	72
Quadro 4.5 - Definição das Classes HGM .....	77
Quadro 4.6 – Síntese dos Sistemas de Classificação das AUs apresentados .....	100
Quadro 5.1 - Síntese dos fatores determinantes, coadjuvantes e/ou resultantes nos processos de formação das AUs, segundo os entrevistados .....	108
Quadro 5.2 – Síntese do papel da água nas AUs, segundo os entrevistados.....	119
Quadro 5.3 - Síntese das características de identificação e delimitação das AUs, segundo os entrevistados .....	129
Quadro 5.4- Síntese dos critérios de definição das AUs, segundo os entrevistados.....	136
Quadro 5.5 – Síntese dos parâmetros iniciais para classificar AUs, segundo os entrevistados .....	139
Quadro 5.6 - Síntese das principais características definidoras das AUs, segundo os entrevistados .....	155
Quadro 6.1 - Principais questões referentes às AUs.....	158
Quadro 6.2 – Temas e termos observados com maior frequência nas definições de AUs e nas entrevistas.....	160
Quadro 6.3 –Classificação geral por critérios das 30 definições de AUs, em X Y e Z.....	162
Quadro 6.4 – Quadro comparativo dos componentes presentes nas definições de AUs e nas entrevistas .....	164
Quadro 6.5 – Quadro comparativo de critérios conceituais nas definições e nas entrevistas .....	165
Quadro 6.6 - Tipos de sistemas de AUs de MG .....	169

## ***FIGURAS***

---

Figura 3.1 – Classificação das formas biológicas de macrófitas aquáticas .....	59
Figura 4.1 – Sistema de Classificação de Cowardin et al. (1979) .....	63
Figura 4.2– Tipos de formas de relevo conforme classificação de Semeniuk e Semeniuk (2011).....	71

Figura 4.3- Configurações geomorfológicas das Classes HGM propostas por Brinson (1993) e Smith et al. (1995)..	74
Figura 4.4 - Principais fontes de entrada de água das AUs .....	75
Figura 4.5- Principais categorias hidrodinâmicas .....	76
Figura 4.6 – Ilustração das unidades de paisagem e das seis unidades HGM .....	85
Figura 4.7 – AU de planície alagada .....	86
Figura 4.8 - AU de planície de inundação .....	87
Figura 4.9 - AUs de fundos de vale com curso d’água bem definido .....	88
Figura 4.10 - AUs de fundos de vale sem curso d’água bem definido .....	89
Figura 4.11- AUs de depressões.....	89
Figura 4.12 – AUs de surgências.....	90
Figura 4.13 - Blocos diagramas das Unidades HGM das AUs com base na forma de relevo e na dinâmica hidrológica de cada classe de AUs, segundo a Classificação Sul-Africana .....	91
Figura 4.14 - AU inundada e AU saturada .....	93
Figura 4.15 - Proposta de classificação para as AUs Palustres do Rio Grande do Sul .....	96
Figura 4.16 –Sistema de Classificação das Áreas Úmidas Brasileiras .....	97
Figura 6.1– Bloco diagrama exemplificando AUs de Planícies Inundáveis .....	172
Figura 6.2 – Bloco diagrama exemplificando AUs Deprimidas .....	174
Figura 6.3– Bloco diagrama exemplificando AUs Planas e Elevadas .....	175
Figura 6.4– Bloco diagrama exemplificando AUs de Cabeceiras de Drenagem .....	177
Figura 6.5– Bloco diagrama de AU de Fundo de Vale .....	179
Figura 6.6 - Mapa das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais .....	180
Figura 6.7 – AUs na bacia do rio Pandeiros, no norte de Minas .....	181
Figura 6.8- Localização das principais áreas carbonáticas no Estado .....	182
Figura 6.9 - AUs Deprimidas em relevo carbonático .....	183
Figura 6.10 - AUs Deprimidas associadas a rochas ferruginosas e/ou quartzíticas .....	184
Figura 6.11 - Mapa de localização das veredas em Minas Gerais .....	185
Figura 6.12 – AUs de Áreas Planas e Elevadas.....	185
Figura 6.13 - AU de Cabeceiras de Drenagem.....	186
Figura 6.14 - AU de Fundo de Vale.....	186

## 1 - INTRODUÇÃO

As Áreas úmidas (AUs), internacionalmente conhecidas pelo termo em inglês *wetlands*, cobrem aproximadamente 11 % das superfícies tropicais (MITSCH e GOSSELINK, 2000; 2007) e cerca de 20% do território brasileiro (JUNK et al, 2013; CUNHA et al., 2015). 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, na regulação do clima, bem como no fornecimento de combustíveis fósseis, água e alimentos (BARBIER et.al, 1997; MITSCH e GROSSELINK, 2000, 2007; REDDY e DELAUNE, 2008; JUNK et al, 2013).

A perda dos benefícios das AUs pode resultar em grandes danos ecológicos, ambientais e socioeconômicos, visto que sua degradação ou destruição podem levar à redução da disponibilidade hídrica, à contaminação das águas subterrâneas, à alteração climática e das taxas de recarga do nível freático, à perda da biodiversidade e da identidade cultural das comunidades locais e ao aumento dos processos migratórios populacionais (BARBIER et.al, 1997; MITSCH e GROSSELINK, 2000; 2007). Estima-se que já houve uma perda de aproximadamente 50% das AUs no mundo devido a drenagem artificial para a agropecuária e a ocupação urbana (MITSCH e GROSSELINK, 2000; 2007).

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 conceituais e de classificação para formular leis e regulamentos relativos à sua proteção e gestão sustentável. Paralelamente, começou a ocorrer pressões sociais em alguns países para uma definição mais clara e precisa do seu conceito, pois a regulamentação das AUs impactava diretamente os usos e atividades humanas em tais áreas (MITSCH e GROSSELINK, 2000; 2007).

O primeiro encontro internacional que marcou a valorização e a discussão sobre a relevância das AUs ocorreu em 1971, na Convenção Internacional sobre as Zonas Úmidas, em Ramsar, no Irã. 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 (2010), a interrupção das funções e a gravidade da 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 baseadas na proteção e no uso racional das AUs.

O Brasil tornou-se membro da Convenção de Ramsar em 1993, ratificando-a três anos depois, mas pouco avançou na concepção e aplicação de critérios sobre as AUs. Conforme o Instituto Nacional de Áreas Úmidas (INAU), a falta de critérios para definição, delimitação e classificação das AUs brasileiras torna 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 dessas áreas, sinalizando a demanda urgente, na gestão das AUs brasileiras, de propostas cientificamente embasadas para apoiar propostas de definição e classificação (JUNK et al, 2013; CUNHA et al., 2015).

O estudo e a gestão das AUs demandam a integração de diferentes áreas do conhecimento, pois suas funções são regidas por variáveis hidrológicas, hidrogeológicas, climáticas, geomorfológicas, pedológicas, químicas e biológicas, bem como pelas suas variadas formas de interação (LEFOR e KENNARD, 1977; TINER, 1999; REDDY e DELAUNE, 2008). Além disso, as AUs ocorrem em condições físicas e biológicas diversas, apresentam dimensões variadas e ainda podem ter gênese associada a influências antrópicas. A complexidade e a multidisciplinaridade desses estudos explicam a dificuldade de encontrar e estabelecer consensos na definição de AUs, o que resulta, muitas vezes, em definições pouco claras, por vezes restritas ou genéricas, e/ou mesmo contraditórias. Termos adotados como pântano, charco, brejo, manguezal, turfeira, dentre outros, ilustram os desafios para uma maior precisão na concepção das AUs (COWARDIN et al., 1979) e a necessidade das próprias definições virem acompanhadas, muitas vezes, de exemplos de tipos de AUs. Dependendo da formação e do campo de atuação de cada pesquisador, diferentes definições de AUs podem ser formuladas. Como exemplo, Tiner (1999) destaca que a concepção dos hidrólogos tende a enfatizar o regime das águas e sua relação com a topografia, a dos pedólogos tende a centrar-se no estudo da presença de certos tipos de solos, principalmente os hidromórficos, a dos botânicos e/ou ecólogos tende a focar na ocorrência de determinadas espécies ou comunidades vegetacionais associadas às condições de solos saturados ou alagados e os processos biogeoquímicos presentes.

Em nível internacional, há diversas referências na literatura que abordam as AUs de forma integrada, como os trabalhos de NRC (1995); MITSCH e GOSSELINK (1993; 2000; 2007); e TINER (1999; 2013). Atualmente, diversos países apresentam legislação e instrumentos oficiais de identificação e classificação das AUs para auxiliar mapeamentos, inventários, pesquisas e avaliar suas múltiplas funções ambientais para fins de gestão e proteção (MITSCH e GOSSELINK, 2007).

As AUs podem ser classificadas por meio de diversos critérios, como vegetacionais, químicos, hidrológicos e/ou geomorfológicos. 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 do nível freático (KOTZE, 1999). 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, podendo ser usadas como base para diferentes estudos de AUs (SEMENIUK e SEMENIUK, 1995). A classificação hidrogeomorfológica é, portanto, uma ferramenta de auxílio na identificação, caracterização, delimitação e valoração das funções das AUs para tomadas de decisão de gestão mais completas.

O INAU desenvolveu uma proposta inicial de definição e 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. Em Minas Gerais, ainda não há centros de pesquisa específicos que tenham desenvolvido estudos de definição e classificação de AUs, seja dentro de uma proposta nacional ou regional. Dessa forma, entre as demandas urgentes na questão das AUs de Minas Gerais incluem-se a necessidade de uma definição e classificação cientificamente articuladas para formular uma legislação específica para a sua proteção e uso sustentável.

A Geografia tem apresentado poucas pesquisas sobre as AUs no Brasil e no mundo. Quando realizadas, geralmente se limitam a uma AU específica em termos de gênese e caracterização, mas é da tradição da geografia o estudo das relações entre os humanos e seus ambientes. A visão do geógrafo, horizontalizada e multidisciplinar, é potencialmente útil para contribuir com os estudos das AUs. Como objetos de investigação de suas diversas disciplinas, a geografia pode abordá-las como unidades funcionais e/ou da paisagem nos quais os aspectos físicos e humanos, como o clima, a dinâmica hídrica, os solos, o relevo, a vegetação e as alterações humanas, interagem no tempo e no espaço e formam diferentes sistemas. Deste modo, a geografia pode contribuir para os avanços nos esforços de definição e classificação das AUs.

A pesquisa aqui proposta se justifica, portanto, diante da relevância socioambiental das AUs; da deficiência dos aparatos legais e institucionais; e da carência dos estudos relacionados à definição e classificação das AUs de Minas Gerais.

Deste modo, a pesquisa apresenta o seguinte **objetivo geral**: desenvolver uma proposta conceitual de AUs e definir classes hidrogeomorfológicas como subsídios para compor níveis iniciais de um sistema de classificação das AUs em Minas Gerais, visando contribuir para sua proteção e gestão e futuras pesquisas científicas na área.

Dessa forma, sob o ponto de vista acadêmico-científico pretende-se contribuir para os avanços na definição teórica das AUs interiores de ambientes tropicais e para a compreensão dos processos envolvidos na sua espacialização, configuração e funcionamento. Por outro lado, sob o ponto de vista ambiental, político e institucional, pretende-se contribuir para as iniciativas de proteção e gestão das AUs, propondo critérios e classes iniciais que poderão auxiliar na elaboração de um futuro sistema de classificação das AUs de MG.

Como **objetivos específicos**, pretende-se: (a) investigar e analisar as bases teórico-conceituais sobre as AUs apresentadas na literatura nacional e internacional; (b) discutir a legislação relativa às AUs no Brasil; (c) levantar e discutir as principais propostas de classificação das AUs existentes no contexto internacional e nacional; d) levantar e avaliar opiniões de especialistas sobre AUs; e (e) discutir as potencialidades, limitações e desafios na aplicação das classes HGM propostas.

## 2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para alcançar os objetivos desta pesquisa foi traçada uma metodologia qualitativa e construído um percurso metodológico composto por três linhas investigativas interdependentes e complementares, que correspondem respectivamente a um capítulo específico, a saber: estudos das referências e bases conceituais e institucionais das AUs (*Capítulo 3*); estudos de sistemas de classificação de AUs (*Capítulo 4*); e entrevistas junto a especialistas da área (*Capítulo 5*). Em todos os capítulos foram construídos quadros sínteses de dados e/ou análises, que facilitaram um maior embasamento das propostas de definição de referência de AUs e das classes hidrogeomorfológicas para as AUs em Minas Gerais.

Na primeira linha investigativa, que corresponde ao *Capítulo 3*, foram estudadas as bases teórico-conceituais e abordagens legais das AUs e seus principais elementos definidores, formadores e caracterizadores. Para tanto, foi realizada uma ampla revisão bibliográfica de definições de AUs dentro do campo científico e legal, na literatura nacional e internacional, analisando-se suas diferentes concepções e características. Foi desenvolvido um panorama geral cronológico das principais referências conceituais sobre AUs, a partir da segunda metade do século XX, quando apareceram suas primeiras definições. No campo internacional seis países foram abordados brevemente, a saber: Estados Unidos (EUA) e Canadá na América do Norte, com destaque para os EUA, referência científica e legal em AUs; França e Espanha na Europa, com diversas publicações governamentais na área; e África do Sul e Austrália, países do Hemisfério Sul avançados nessa temática. No contexto brasileiro discutiu-se as principais referências científicas e legais e a legislação relativa à proteção e gestão das AUs. Por fim, é apresentado um quadro síntese cronológico das definições apresentadas ao longo do capítulo e, em sequência, são tecidas considerações sobre os principais processos de formação e as diversas características das AUs.

Para elaboração do referencial da pesquisa do Capítulo 3 foram consultados livros acadêmicos e técnico-científicos de referência em AUs; leis e manuais governamentais; dissertações e teses disponíveis em bancos de dados da CAPES e/ou das instituições de ensino superior e de pesquisa; e artigos publicados em periódicos científicos que tratam do tema.

Na segunda linha investigativa, que corresponde ao *Capítulo 4*, foram estudados diversos tipos de sistemas de classificação de AUs existentes no âmbito internacional e nacional a fim de compreender e analisar estrutura, objetivos, critérios, categorias, organização e funções, bem como suas potencialidades e limitações práticas para fins legais. No contexto internacional foram analisados, inicialmente, dois sistemas reconhecidos internacionalmente,

no caso, o sistema norte-americano de COWARDIN et al. (1979), que é utilizado como base e/ou referência em diversos sistemas de classificação de AUs de outros países; e o sistema de Ramsar (SCOTT e JONES, 1995), único sistema de AUs de abrangência internacional. Em sequência foi dado enfoque às classificações dos autores Semeniuk e Semeniuk (1995, 2011) e Brinson (1993; 2009) e Smith et al., (1995), pois são referências científicas internacionais nas propostas de parâmetros hidrológicos e geomorfológicos na classificação das AUs. Como estudo de caso foi considerado o sistema sul-africano (OLLIS, 2013), pois o Brasil e a África do Sul apresentam semelhanças geográficas, como a presença de locais com latitudes coincidentes, possui base hidrogeomorfológica (HGM) e é apresentado no formato de um manual governamental ilustrativo e didático, com exemplos ilustrativos de tipos de AUs semelhantes aos tipos ocorrentes em Minas Gerais, conforme pode ser observado em diversas ilustrações do guia sul-africano (Capítulo 4; subcapítulo 4.1.2) e de Minas Gerais (Capítulos 5 e 6; subcapítulos 5.6 e 6.2, respectivamente). No contexto nacional foram analisadas a proposta de classificação das AUs Palustres do Rio Grande do Sul (MALTCHIK et al., 2004), uma das primeiras propostas de classificação elaboradas no Brasil, e a classificação brasileira elaborada pelo INAU (JUNK et al, 2013; CUNHA et al., 2015), a única nacional existente no País. Por fim, é apresentado um quadro síntese das variáveis que compõem os sistemas de classificação abordados e, em sequência, foram feitas algumas considerações sobre a proposta brasileira e a importância de inclusão de parâmetros geomorfológicos ou classes HGMS para a classificação das AUs.

Na terceira linha investigativa, que corresponde ao *Capítulo 5*, foram realizadas entrevistas com especialistas em Áreas Úmidas, para ampliar o conhecimento sobre as AUs e compreender suas concepções de definição, identificação, caracterização, delimitação e classificação. A seguir são descritos os procedimentos metodológicos utilizados i) nas entrevistas e na elaboração do roteiro de questões; ii) na seleção dos especialistas; e iii) na análise dos dados coletados.

- *Entrevistas semiestruturadas e roteiro de questões:*

As entrevistas são fontes de coleta de informações, percepções e atribuições de sentido e, portanto, são importantes fontes de interpretação de dados (RIBEIRO, 2008). Podem ser utilizadas quando o pesquisador necessita estabelecer diálogos e confrontações com a literatura que trata do tema em questão. Diante disso, podem ser compreendidas como um instrumento que embasam a pesquisa qualitativa.

Nessa pesquisa, foram realizadas entrevistas do tipo semiestruturadas. Conforme Boni e Quaresma (2005), esse tipo de entrevista permite uma cobertura mais densa e ampliada sobre os temas envolvidos, pois caracterizam-se pela flexibilidade de tempo de duração, a interação entre o entrevistador e o entrevistado e a possibilidade de surgirem questões inesperadas ao entrevistador que poderão ser de grande valia para a pesquisa.

As entrevistas semiestruturadas são guiadas por um roteiro de questões flexível e adaptável de acordo com as informações do entrevistado (MANZINI, 1990/1991) e ocorrem de forma semelhante ao de uma conversa informal (BONI e QUARESMA, 2005). Quanto à elaboração das questões, o roteiro procurou atender às seguintes premissas:

- Devem ser padronizadas na medida do possível, para que, posteriormente, as respostas dos entrevistados possam ser comparadas entre si (JÚNIOR e JÚNIOR, 2011);
- Devem ser suficientemente claras de modo que o entendimento pelo entrevistado ocorra sem grandes dificuldades (BAKER, 1988, p.182 apud GIL, 1999 p.116);
- Devem ser ordenadas de maneira a favorecer o engajamento do respondente e a manutenção do seu interesse na entrevista (BAKER, 1988, p.182 apud GIL, 1999, p.116).

Atendendo a esses cuidados foi elaborado um roteiro básico para guiar as entrevistas, envolvendo temas relacionados à:

- Formação das AUs
- Identificação, caracterização e delimitação das AUs
- Presença da água
- Classificação de AUs
- Definição das AUs
- Tipos de AUs

As perguntas estavam relacionadas a questionamentos tais como: O que define uma AU? As AUs são sempre ambientes de interface entre sistemas aquáticos e terrestres? Um corpo d'água é uma AU ou pode incluir uma AU? Como se forma uma AU e como ela se mantém ativa? Quais são as características das AUs? Essas características estarão sempre presentes? O que é relevante identificar e caracterizar para fins de proteção e gestão?

No tema sobre “Tipos de AUs” foram utilizadas ilustrações que poderiam representar AUs, em sua maioria de Minas Gerais, com o objetivo de ampliar a compreensão dos tipos de AUs do Estado e auxiliar a proposta de definição de classes HGMS. Embora o uso de figuras tenha favorecido os objetivos em questão, em alguns momentos e casos foram observadas limitações provenientes do próprio recorte espacial da ilustração e/ou da redução da importância da legenda pelo entrevistado. Quando essas limitações foram observadas, as mesmas foram registradas e apresentadas nos resultados.

O roteiro de questões é apresentado no Apêndice 1.

- *Seleção dos entrevistados*

Os especialistas foram selecionados por meio de extensa busca na Plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) nas bases doutores, considerando sua formação acadêmica, principalmente em ciências biológicas, ecologia, agronomia, engenharia florestal, geografia, geologia e hidrologia; sua atuação profissional, especialmente aqueles associados a instituições de pesquisa; e produção científica. A busca utilizou, principalmente, as seguintes palavras chaves: wetlands, áreas úmidas, áreas alagáveis, áreas inundáveis, planície de inundação, planície fluvial, alagado/a, encharcado/a, solos hidromórficos, veredas, campos úmidos, campos de murundus, pantanal, macrófitas aquáticas e nascentes. Foram consultados mais 700 currículos lattes, sendo priorizados aqueles com produção bibliográfica diretamente associadas as Áreas Úmidas/Wetlands.

Ao todo, foram selecionados 34 especialistas no Brasil, sendo que 29 estavam com o e-mail disponível na internet. A maioria dos selecionados possui formação acadêmica em ciências biológicas e é pesquisador das regiões norte, centro-oeste e sul do País, onde há instituições com tradição em pesquisas em AUs nos biomas amazônico, pantanal e banhados sulinos, respectivamente. O convite aos especialistas foi feito via e-mail e contou com uma breve explicação sobre os objetivos e a justificativa da pesquisa.

Dentre os 29 especialistas convidados, 9 aceitaram a participação e 5 prosseguiram com o agendamento, sendo 4 biólogos e 1 geólogo. Destes 5 constam pesquisadores do INAU, no Mato Grosso, e de universidades/institutos de pesquisa, situados no Rio Grande do Sul e em Minas Gerais. O quadro 2.1 detalha o perfil dos entrevistados e apresenta a data de realização das entrevistas, que ocorreram entre novembro de 2015 e janeiro de 2016. Destaca-se que apenas um único entrevistado é de Minas Gerais.

Quadro 2.1 - Perfil geral dos cinco entrevistados e data de realização das entrevistas

<b>Formação acadêmica</b>	<b>Instituição e Estado</b>	<b>Data de realização da entrevista</b>
Biologia	Universidade Federal do Rio Grande do Sul / RS	11/11/2015
Biologia	Universidade de Passo Fundo / RS	19/11/2015
Biologia	Instituto SENAI de Tecnologia em Meio Ambiente / MG	03/12/2015
Geologia	INAU / MT	07/12/2015
Biologia	INAU / MT	15/01/2016

Foi solicitado a todos os entrevistados a permissão para a gravação das entrevistas para posterior transcrição das informações e análise do conteúdo das mesmas, sendo resguardado o seu anonimato.

- *Análise das entrevistas*

Após a realização das entrevistas e das respectivas transcrições foi decidido a adoção do método de análise de conteúdo (AC), pois constitui-se em um conjunto de técnicas utilizadas na análise de dados qualitativos. Para Bardin (1977; 2008), a AC é um método que permite a organização dos dados por meio de um conjunto de técnicas e procedimentos sistemáticos utilizados para descrever o conteúdo das entrevistas. O objetivo dessa organização, conforme o autor, é o de obter indicadores, sejam eles quantitativos ou não, para interpretações e possíveis inferências de conhecimentos. O foco do método AC é qualificar as vivências, opiniões e percepções do entrevistado sobre determinado objeto e seus fenômenos, de forma objetiva e sistemática. Os seguintes pressupostos sustentam o seu desenvolvimento (OLIVEIRA, 2008):

- Análise segmentada da entrevista a partir de unidades representadas, por exemplo, por palavras ou frases.
- Formação de unidades/ categorias de classificação dos elementos pela diferenciação e, em sequência, pelo reagrupamento em uma nova organização clara e precisa.
- A análise em categorias considera todo o conteúdo que decorre do problema estudado, evitando assim, seleções arbitrárias por parte do pesquisador.
- A análise aborda apenas o conteúdo efetivamente expresso;
- Análise e quantificação das categorias segundo a frequência de presença ou ausência de itens de sentido.
- Interpretações e inferências apoiadas nos conteúdos efetivamente observados.

Com base nesses pressupostos, foram feitos vários ensaios exploratórios para a definição de categorias capazes de recobrir os temas e os subtemas de interesse da pesquisa. As categorias foram elaboradas com base no diálogo entre a análise de conteúdo das entrevistas e os referenciais teóricos e foram objetos de aprimoramento na medida em que as falas foram sendo (re) agrupadas e dialogadas em torno dos principais temas. Os agrupamentos, que exigiram um grande investimento de tempo, permitiram identificar pontos de divergências e convergências entre os pesquisadores. Ao todo, foram criadas e analisadas seis grandes categorias, sendo que algumas foram subdivididas para facilitar o processo de apreensão e qualificação dos relatos. As grandes categorias definidas foram:

- Fatores determinantes, coadjuvantes e/ou resultantes nos processos de formação;
- O papel da água;
- Características e delimitação;
- Concepções conceituais;
- Parâmetros iniciais para classificação;
- Tipos de AUs;

Além disso, a apresentação dos resultados contou com o uso intensivo de “citações diretas” das falas originais e de quadros resumos. Ressalta-se que para propiciar uma visão clara das opiniões e percepções de cada especialista, em cada categoria foi mantida sempre a mesma ordem de apresentação das falas dos entrevistados, denominados de *Entrevistado 1*, *Entrevistado 2*, *Entrevistado 3*, *Entrevistado 4* e *Entrevistado 5*. Ressalta-se que cada categoria foi apresentada em um subcapítulo específico (subcapítulos 5.1 ao 5.6) e, ao final (subcapítulo 5.7), foi feita uma síntese dos principais fatores envolvidos na definição e classificação inicial das AUs.

No **Capítulo 6**, estas três linhas de investigação embasaram, conjuntamente, o desenvolvimento das propostas de definição de AUs e de Classes Hidrogeomorfológicas (Classes HGM) para subsidiar um futuro sistema de classificação das AUs em Minas Gerais.

A proposta conceitual foi elaborada a partir da articulação e análise do referencial teórico estudado e as percepções dos entrevistados, envolvendo principalmente as características que assumem papel central na formação, identificação, delimitação e classificação das AUs para permitir um maior entendimento e aplicação do conceito. Para auxiliar na escolha dos termos do conceito, foi feita uma análise segmentada por temas e

frequência dos conceitos e definições do referencial teórico, que, posteriormente, foi comparada com os resultados das percepções dos entrevistados.

No tocante a proposta inicial de Classes HGM para as AUs em Minas Gerais, esta embasou-se, principalmente, nas classificações hidrogeomorfológicas estudadas; nas considerações apresentadas pelos entrevistados em relação aos tipos de AUs e aos aspectos hidrológicos e geomorfológicos associados a esses tipos; e na leitura de textos, seleção de ilustrações e análise de mapas temáticos sobre as características físicas e fitofisionômicas do Estado.

No processo de elaboração das Classes HGM foram realizados inúmeros testes na tentativa de encontrar os melhores termos para sua definição. Nesse percurso foi verificado a necessidade de esboçar, primeiramente, grandes classes iniciais para contextualizar de forma mais clara as AUs na paisagem. A partir desse esboço foram definidos e descritos os critérios para a formação das classes hidrogeomorfológicas e os tipos de sistemas úmidos associados às AUs em Minas Gerais. Em sequência, cada classe proposta foi caracterizada em termos hidrológicos e geomorfológicos e representada por meio de um diagrama ilustrativo, com suas formas de relevo e dinâmicas hidrológicas prevaletes. Na caracterização, também foram levantados os principais aspectos dos tipos de cobertura vegetal e solos associados a cada classe. Ao final deste capítulo foi desenvolvida uma breve caracterização da distribuição espacial das AUs em Minas Gerais, com base na descrição das Classes HGM e as características físicas e vegetacionais do Estado. Por fim, no **Capítulo 7** das considerações finais foram destacadas, principalmente, as potencialidades e limitações das classes hidrogeomorfológicas proposta.

### 3 – BASES TEÓRICO-CONCEITUAIS E ABORDAGENS LEGAIS DAS ÁREAS ÚMIDAS

#### 3.1 - Contexto internacional

Até a metade do século XX ainda não havia uma preocupação mundial em se definir o conceito de AUs. As políticas nacionais incentivavam a ocupação e a drenagem dessas áreas, vistas como de pouco utilidade ou insalubres, transformando-as em áreas agropecuárias, urbanas e industriais. Estima-se que mais de 50% das AUs do mundo foram destruídas, ou tiveram suas características naturais alteradas. A Nova Zelândia e alguns estados norte-americanos (Califórnia e Ohio), por exemplo, reportaram 90% de perda de suas AUs (MITSCH e GOSSELINK, 2007). A degradação dessas áreas resultou em inúmeros impactos ambientais, como a perda da biodiversidade de espécies aquáticas, culminando na necessidade de se definir e investigar a importância das AUs e de se estabelecer políticas para conservação das áreas remanescentes.

Uma das primeiras definições de AUs foi apresentada em 1956 pelo Serviço Estadunidense de Pesca e Vida Silvestre (USFWS), através da publicação comumente referida como Circular 39 (SHAW e FREDINE, 1956). As AUs foram definidas como:

Áreas suavizadas cobertas com águas rasas permanentes, temporárias ou intermitentes. São denominadas por nomes como pântanos, brejos, turfeiras, dentre outras. Lagos rasos e lagoas, geralmente com presença de vegetação emergente de características próprias, estão incluídos na definição, mas as águas permanentes de córregos perenes, reservatórios e lagos profundos não estão incluídas. Também não abrangem áreas com água temporária que pouco ou nada influenciam no desenvolvimento de vegetação em solos úmidos (SHAW e FREDINE, 1956, p.3).

A definição teve como objetivo delimitar as áreas que atuam como importantes habitats de aves aquáticas e incluiu 20 tipos de AUs, servindo tanto para atender cientistas e gestores públicos, quanto para embasar o primeiro sistema de classificação de AUs adotado nos EUA até a década de 1970 (NRC, 1995; MITSCH e GOSSELINK, 2007). Nota-se que a definição distinguiu AUs de córregos perenes, reservatórios e lagos profundos, sem estabelecer um limite de profundidade entre as AUs e os ecossistemas aquáticos. A presença de uma vegetação emergente, apesar de não obrigatória, auxilia na distinção de AUs de ecossistemas aquáticos,

pois geralmente é típica de lagos rasos e lagoas e está associada aos habitats de aves aquáticas. A definição também distingue as AUs de superfícies com águas temporárias que pouco influenciam no desenvolvimento de uma vegetação adaptada aos solos úmidos. Dessa forma, a presença de uma vegetação adaptada às condições de águas rasas e/ou de solos úmidos pode ser considerada, neste caso, uma característica central na definição de AUs.

A crescente preocupação com a conservação dos principais habitats das aves aquáticas no mundo instituiu, em 1971, a “Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat para Aves Aquáticas”, organizada pela União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) na cidade de Ramsar, no Irã. A referida convenção, mais conhecida atualmente como Convenção de Ramsar, adotou a seguinte definição de Zonas Úmidas:

Áreas de pântano, charco, turfa ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa (RAMSAR, 1971).

Os seis metros na maré baixa para áreas costeiras foram definidos com o objetivo de “proteger as áreas de pastejo de aves aquáticas, particularmente anseriformes (patos e gansos), de interesse cinegético e migratório (risco epidemiológico)” (JUNK et al., 2012. p.21). Conforme Scott e Jones (1995), os países que aderiram à Convenção de Ramsar apresentam dificuldades em adotar o conceito, pois além de muito amplo, provoca dificuldades de delimitação, especialmente para os recifes de coral, que muitas vezes se estendem além dos seis metros.

Finlayson e Van Der Valk (1995) destacaram que para fins de classificação, mapeamento e inventário de AUs muitos países adotam definições mais estreitas que refletem suas características nacionais e/ou regionais, como Estados Unidos, Canadá, Austrália Espanha, Grécia e África do Sul (CALEFFI, 2009).

Entre a metade da década de 1960 e 1970, o Programa Biológico Internacional (IBP) definiu AU como:

Área dominada por plantas herbáceas específicas, que crescem principalmente na superfície da água, apresentando partes aéreas e que resistem a ambientes cuja quantidade de água é excessiva para a maioria das outras plantas terrestres (WESTLAKE et al., 1988).

A ênfase nessa definição é o tipo de vegetação, em conformidade com um programa centrado nas ciências biológicas.

O Corpo de Engenheiros do Exército norte-americano (USACE), em resposta a necessidade de proteger e regulamentar os usos das AUs, adotou uma definição para um programa de licença para “dragagem e preenchimento” exigido pela Seção 404 da emenda de 1977 da Lei da Água Limpa e da Agência de Proteção Ambiental norte americana (EPA). A definição considerou as AUs como:

Áreas inundadas ou saturadas por água superficial ou subterrânea com frequência e duração suficientes para dar suporte e que, em circunstâncias normais dão suporte, à prevalência de vegetação adaptada às condições de solos saturados (Clean Water Act, Section 404, 1977).

Neste conceito, observa-se que as AUs estão atreladas a presença de solos saturados e de uma vegetação adaptada. Esta definição substituiu outra definição datada de 1975, que caracterizou as AUs como “áreas normalmente caracterizadas pela prevalência de uma vegetação que requer solo saturado para o seu crescimento e reprodução” (MITSCH e GOSSELINK, 2007, p.38). A substituição da palavra “normalmente” por “em circunstâncias normais” foi feita em resposta as situações em que proprietários de terra tentavam eliminar os requisitos de licença destruindo a vegetação. Além disso, a definição de 1975 excluía várias formas de vegetação típica de ambientes úmidos, que não necessitam de solo saturado para o seu crescimento e reprodução (MITSCH e GOSSELINK, 2007).

Nos Estados Unidos, a formulação de leis e regulamentos relativos à preservação das AUs no final da década 1970 demandou definições e inventários mais precisos de AUs, em diversas escalas espaciais, para identificação daquelas prioritárias à conservação e gestão sustentável (SCOTT e JONES 1995; FINLAYSON e DAVIDSON, 1999). A agência de serviço USFWS, após quatro anos de trabalhos multidisciplinares em parceria com o Serviço de Conservação dos Recursos Naturais (NRCS) do Departamento de Agricultura norte americano (USDA) (NRC-USDA), apresentou em 1979 uma nova proposta de classificação das AUs, que substituiu a Circular 39. A nova classificação contou com a seguinte definição de AUs:

Áreas de transição entre sistemas terrestres e aquáticos, onde o nível freático está normalmente na ou próximo da superfície, ou onde a superfície está coberta por águas rasas. (...) devem apresentar pelo menos um dos seguintes três atributos: a) ao menos periodicamente, a superfície está coberta predominantemente por hidrófitas; b) o substrato é formado predominantemente por solo hídrico não drenado; c) o substrato não é formado por solo, mas está saturado ou coberto por águas rasas em algum momento durante a estação de crescimento<sup>1</sup> de cada ano (COWARDIN et al., 1979, p.3).

---

<sup>1</sup> Estação de crescimento (ou período vegetativo): Período entre a emergência e a floração das plantas.

O relatório de Cowardin et al. (1979) inovou significativamente na definição e identificação das AUs, introduzindo os parâmetros plantas hidrófitas<sup>2</sup> e solos hídricos<sup>3</sup>, que estimularam o desenvolvimento de listas oficiais e de inventários regionais (NRC, 1995; MITSCH E GOSSELINK, 2007). O USFWS, em conjunto com o NRCS, apresentou posteriormente definições e listas de solos hídricos e vegetação hidrófita para apoiar a interpretação e utilização do sistema de classificação.

A definição de Cowardin et al. (1979) considera as AUs como “áreas de transição (ou interface) entre sistemas terrestres e aquáticos”, o que nos leva a entender, a princípio, que uma AU se situa entre um ambiente seco e outro aquático. Contudo, conforme será visto no Capítulo 4, o sistema de classificação proposto por Cowardin et al. (1979) apresenta AUs palustres<sup>4</sup> que não estão necessariamente associadas aos sistemas aquáticos.

Até o final do século XX, as AUs foram consideradas diversas vezes como *ecótonos*<sup>5</sup> (NEIFF, 2003), zonas fronteiras entre dois meios naturais, provavelmente porque muitas AUs são planícies de inundação e suas comunidades vegetais apresentam uma composição específica de sistemas de transição entre terra e água, contendo espécies de ambos os sistemas (TINER, 1999). Contudo, Neiff et al. (1994) e Neiff (2003) argumentam que as planícies de inundação, dependendo do seu contexto físico, sua extensão e complexidade ecológica, formam um sistema único, pois apresentam características estruturais e funcionais próprias e são relativamente estáveis ao longo do tempo e no espaço. Dentro das planícies de inundação podem existir *ecótonos* locais, mas como um todo a planície deve ser interpretada como um sistema próprio. Segundo Tiner (1999), o conceito de ecótono é mais corretamente aplicado a comunidades individuais de plantas do que a tipos de “habitats” amplos e vastos, como podem ser as AUs.

O Conselho Nacional de Pesquisa norte americano (*National Research Council* - NRC) (1995) e Tiner (1999) questionaram a limitação à “estação de crescimento” na definição das AUs, dado o problema da definição precisa do período vegetativo das espécies presentes e ao fato evidente das AUs não cessarem diversas funções ecológicas fora deste período.

---

<sup>2</sup> Hidrófitas: plantas que vivem em ambientes muito úmidos, mas não são aquáticas.

<sup>3</sup> Solos hídricos: solos que se encontram permanentemente ou temporariamente saturados por água, resultando em condições anaeróbicas (REDDY e DELAUNE, 2008).

<sup>4</sup> AUs palustres: AUs que não recebem influência da maré, dominadas por árvores, arbustos e/ou plantas emergentes perenes. Também estão incluídas nessa categoria as AUs sem essa vegetação específica, mas com as seguintes características: são menores que 8 hectares, a profundidade máxima é de 2 metros e sua salinidade é baixa (COWARDIN et al. 1979).

<sup>5</sup> Ecótonos: Transição entre comunidades e tensão entre ambas, onde: a transição entre duas ou mais comunidades/populações implica na existência de uma área com valores intermediários para os parâmetros de densidade, cobertura e volume desse conjunto; e a tensão implica reconhecer que ambas as comunidades/populações interferem umas sobre as outras (NEIFF, 2003).

A definição, ao considerar como necessária a presença de pelo menos um dos três indicadores (solos hídricos, plantas hidrófitas ou presença de substrato saturado ou coberto por águas rasas em algum momento durante o período vegetativo) pode deixar de incluir alguns tipos de AUs, como AUs que apresentam substratos rochosos sem a presença de hidrófitas, e/ou estimular a supressão da vegetação por proprietários de terra quando somente este critério se faz presente.

Avançando nessas discussões, o NRCS, através do USDA, apresentou em 1985 a seguinte definição de AUs e de solos hídricos:

Áreas Úmidas: Áreas que apresentam predomínio de solos hídricos e que são inundadas ou saturadas de água superficial ou subterrânea, com frequência e duração suficientes para determinar, e que em circunstâncias normais determinam a prevalência de uma vegetação hidrófila tipicamente adaptada às condições de solo saturado.

Solos hídricos: É o solo que, em sua condição não drenada, está saturado, inundado ou alagado por tempo suficiente durante a estação de crescimento para desenvolver uma condição anaeróbica que suporta o crescimento e regeneração da vegetação hidrófila (Food Security Act of 1985 apud NRC, 1995, p.56)

A definição de AUs foi incluída em dispositivos legais para desestimular a conversão de AUs em terras agrícolas, cancelando benefícios federais aos programas rurais que descaracterizassem solos hídricos. Desde 1993, o NRCS atua em conjunto com o USACE nesta política comum, apesar de adotarem definições diferentes de AUs.

A definição de solos hídricos de 1985 foi, posteriormente, revisada e substituída pela definição de 1994, apresentada abaixo.

É o solo que se formou sob condições de saturação, inundação ou alagamento por tempo suficiente durante a estação de crescimento para desenvolver condições anaeróbicas na sua parte superior (NRCS – USDA, Federal Register, July 13, 1994).

Entre uma definição e outra foram retiradas as frases “em sua condição não drenada” e a referência direta a “vegetação hidrófila”, pois a primeira frase implica que solos drenados não são solos hídricos e a segunda frase implica que solos sem vegetação hidrófila não podem ser hídricos (NRCS, 2008). Observa-se, assim, a clara necessidade de se definir precisamente os conceitos de AUs, vegetação hidrófila e solos hídricos a fim de evitar o estímulo a supressão dessas áreas. Ressalta-se que a definição de 1994 é uma das mais citadas na literatura, pois faz parte do sistema norte americano de classificação dos solos (*Soil Taxonomy - Soil Survey Staff*) e da Lei Federal de 1994.

No Canadá, as AUs são comuns em todo o território, tornando-se tema nacional nas discussões sobre ecossistemas e formulações de conceitos. Os trabalhos visando um sistema de classificação iniciaram-se em 1971 com um grupo de especialistas que evoluiu para um Grupo de Trabalho Nacional de Áreas Úmidas (NWWG) (NWWG, 1997). O NWWG apresentou, em 1988, duas definições formais para as AUs, cuja primeira foi elaborada por Zoltai e a segunda por Tarnocai et.al., que foi incorporada no sistema de classificação das AUs canadenses (MITSCH e GOSSELINK, 2007), conforme observado na segunda edição do livro “*The Canadian Wetland Classification System*”, publicado em 1997.

A primeira definição canadense definiu AU como:

Terreno que apresenta nível d’água subterrâneo na superfície, próximo ou acima dela, ou que está saturado por um período de tempo suficiente para promover áreas úmidas ou processos aquáticos, como indicados por solos hídricos, vegetação hidrófila, e vários tipos de atividades biológicas típicas de ambientes úmidos (NATIONAL WETLANDS WORKING GROUP, 1988 apud MITSCH e GOSSELINK, 2007, p.35).

A segunda definição considerou a AU como:

Terreno saturado o suficiente para promover áreas úmidas ou processos aquáticos, como indicados pela presença de solos mal drenados, vegetação hidrófila e por vários tipos de atividades biológicas típicas de ambientes úmidos (NATIONAL WETLANDS WORKING GROUP, 1997 p.1).

Entre a primeira e a segunda definição foi retirada a frase “terreno que apresenta nível d’água subterrâneo na superfície, próximo ou acima dela”, possivelmente porque a primeira apenas considerava a fonte de água subterrânea. Há também a mudança de “solos hídricos” para “solos mal drenados”, o que poderia indicar uma limitação de se considerar AUs somente aquelas que apresentam solos hídricos, visto que o tempo de formação de um solo hídrico é relativamente longo em relação ao tempo de formação de uma AU.

A partir dos anos 1990, a Convenção de Ramsar incorporou uma visão mais abrangente sobre as AUs, passando a focar não apenas a conservação dos habitats das aves aquáticas, mas também a manutenção de outras espécies e processos ecológicos. Conforme Ramsar (2013), as AUs apresentam mais de 40% de todas as espécies descritas no mundo, com grandes concentrações de algas, plantas, aves aquáticas, mamíferos, répteis, anfíbios, peixes e invertebrados, estes últimos formando inclusive um número expressivo de espécies endêmicas.

A diversidade biológica das AUs poderá variar significativamente entre um tipo e outro, em função da própria variação natural da estrutura físico-química desses ecossistemas, como: profundidade, dinâmica hidrológica, temperatura, concentração de nutrientes, composição dos

sedimentos, condutividade e pH da água. Assim, nove critérios gerais foram propostos pela Convenção para os países avaliarem as “Zonas Úmidas de Importância Internacional”, reconhecidas como Sítios Ramsar, sendo que aquelas com presença de aves aquáticas migratórias, em qualquer estação do ano, devem ser considerados em primeiro lugar. Os critérios de avaliação estão distribuídos em dois grupos, A e B, conforme o Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Critérios para a identificação de Zonas Úmidas de Importância Internacional

<b>Grupo A. Sítios que contêm um tipo de área úmida representativa, rara ou única</b>	
Critério 1	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional se ela é um tipo de área úmida representativa, rara ou única de área alagada natural ou quase natural dentro de uma região biogeográfica apropriada.
<b>Grupo B. Sítios de importância internacional para conservação da diversidade biológica</b>	
<i>Critérios baseados em espécies e comunidades ecológicas</i>	
Critério 2	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional se ela suporta espécies vulneráveis, em perigo ou criticamente em perigo ou comunidades ecológicas ameaçadas.
Critério 3	Uma zona úmida deverá ser considerada de importância internacional se ela suporta populações de espécies importantes para a manutenção da diversidade biológica de uma região biogeográfica especial de plantas e/ou animais.
Critério 4	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional se ela suporta espécies vegetais e / ou animais em uma fase crítica em seus ciclos de vida, ou fornece refúgio durante condições adversas.
<i>Critérios específicos baseados em aves aquáticas</i>	
Critério 5	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional se ela suporta regularmente 20.000 ou mais pássaros aquáticos.
Critério 6	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional se ela suporta regularmente 1% os indivíduos de uma população de uma espécie ou subespécie de aves aquáticas.
<i>Critérios específicos baseados em peixes</i>	
Critério 7	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional se ela suporta uma proporção significativa de subespécies de peixes nativas, espécies ou famílias, fases do ciclo de vida, espécies interações e / ou populações que são representativas de benefícios e/ou valores de zonas úmidas e, assim, contribui para diversidade biológica global.
Critério 8	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional por se tratar de uma importante fonte de alimento para os peixes, local de desova, reprodução e/ou migração de peixes, importante para manutenção do estoque pesqueiros, quer dentro da área úmida ou em outro lugar da qual dependem.
<i>Critérios específicos baseados em outros táxons</i>	
Critério 9	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional se ela suporta regularmente 1% dos indivíduos de uma população de uma espécie ou de uma subespécie de aves não-dependentes de zonas úmidas.

Fonte: [http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/ramsarsites\\_criteria\\_eng.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/ramsarsites_criteria_eng.pdf)

A Lista Ramsar é o principal instrumento adotado pela Convenção para implementar seus objetivos. Para tornar-se membro um país deve designar pelo menos um Sítio Ramsar em seu território para ser gerido segundo os princípios de sustentabilidade da convenção. Hoje, 168 países participam, representando mais de 208 milhões de hectares. Adicionalmente, a Convenção de Ramsar apresentou, em 1995, seu sistema de classificação, elaborado por Scott e Jones (1995) (Capítulo 3).

Em 1995, o Conselho Nacional de Pesquisa norte americano revisou as bases científicas para identificação e delimitação das AUs, apresentando uma proposta conceitual de referência:

Ecosistemas que dependem de inundações rasas ou de saturação do substrato de forma constante ou recorrente na ou próximo da superfície. As características mínimas essenciais são inundação ou saturação recorrente na ou próximo da superfície e presença de características físicas, químicas e biológicas que refletem inundação ou saturação recorrente do substrato. Indicadores típicos no diagnóstico de Áreas Úmidas são solos hídricos e vegetação hidrófila. Estes indicadores estarão presentes exceto onde fatores físico-químicos, bióticos ou antrópicos específicos tenham sido removidos ou impedido o seu desenvolvimento (NRC, 1995 p.59).

Essa definição, mais ampla e completa que aquela de Cowardin et al. (1979), reúne os processos básicos que caracterizam as AUs, formando um embasamento para pesquisas científicas e programas de conservação. Apesar de pouco usual, é ainda a definição científica mais abrangente já desenvolvida, pois utiliza os termos solos hídricos e/ou vegetação hidrófita como "características comuns de diagnóstico" e não como necessidades absolutas (MITSCH e GOSSELINK, 2007). Além disso, não definiu AUs como "áreas transição entre sistemas terrestres e aquáticos" por considerar a expressão controversa (NRC, 1995).

Na **Europa**, o Museu Nacional de História Natural da França apresentou duas definições para AUs, a primeira incorporada na sua Lei da Água de 1992, enquanto a segunda é mais citada no meio científico:

As áreas úmidas são terras, exploradas ou não, geralmente inundadas ou encharcadas/saturadas por água doce, salgada ou salobra, de forma permanente ou temporária; a vegetação, quando existente, é dominada por plantas higrófilas durante, ao menos, uma parte do ano (FRANCE. LOI SUR L'EAU, 1992).

As áreas úmidas são caracterizadas pela presença, permanente ou temporária, de água superficial ou subsuperficial, doce, salobra ou salgada, muitas vezes em posição de transição entre ambientes terrestres e aquáticos, sendo

marcadas por águas rasas, solos hidromórficos ou solos pouco desenvolvidos, e/ou uma vegetação onde predominam plantas higrófilas ao menos durante uma parte do ano. (...). Elas estão localizadas à beira de nascentes, córregos, rios, lagos e marés, em baías e estuários, dentro de deltas, fundos de vales ou depressões em encostas (O. CIZEL, 2010, p.12).

Como pode-se ver a segunda definição facilita a interpretação, incluindo tempo e espaço de forma mais precisa.

Na Espanha, a Agência de Água da Catalunha apresentou a seguinte definição de AUs:

Unidades ecossistêmicas funcionais que apresentam, em termos espaço-temporais, uma anomalia hídrica positiva em relação às áreas adjacentes. A confluência de fatores topográficos, geológicos e hidrológicos faz com que esta anomalia hídrica afete e condicione os processos geoquímicos e biológicos da área em questão (CATALUÑA, Ley 12/1985).

Essa definição permite a inclusão de massas d'águas profundas, como lagos, e é utilizada em inventários na região.

No início do século XXI, o Conselho de Meio Ambiente da Andaluzia (Espanha) publicou o seu Plano de AUs (PAH), elaborado por cientistas e técnicos de diversas áreas envolvidos em pesquisas e programas sobre AUs. O PAH adota como fio condutor uma aproximação ecossistêmica para o estudo e o manejo das AUs, consideradas comunidades naturais integradas, cuja a variável hidrológica é a principal formadora das AUs, pois determina sua integridade ecológica e funcional (JUNTA DE ANDALUCÍA, 2002).

Conforme o plano, quando as AUs são sistemas de transição entre ambientes aquáticos e terrestres, defini-las e limitá-las se torna um grande desafio, pois são geralmente muito heterogêneas e, em termos espaço-temporal, muito dinâmicas. Assim, é difícil identificar onde as propriedades que definem os sistemas ecológicos nas extremidades do gradiente ambiental (ecossistemas aquático e terrestre) determinam, ou não, uma AU. Dessa forma, o PAH nota, como outros autores, que para se chegar em um conceito de AUs é necessário partir do que deve ou não deve ser considerado na definição de uma AU, para depois se assumir um conceito (JUNTA DE ANDALUCÍA, 2002).

Escolhendo o gradiente de profundidade como a variável importante no funcionamento dos ecossistemas aquáticos, devido a ação da gravidade e ao alcance da luz para os efeitos da fotossíntese, PAH distingue as características ecológicas de lagos, lagoas e AUs através de um modelo hipotético de um ecossistema úmido em torno de um lago profundo, que começa a partir do nível mínimo de inundação do lago até o contato com o terreno permanentemente não saturado, da seguinte forma:

- Lagos: profundidade maior que 8 metros. Apresenta estratificação térmica na coluna d'água. A presença de macrófitas fixas, que estão enraizadas no fundo, sejam do tipo emergente, flutuante e/ou submersa, ocorre somente na zona litorânea, pois se limita aos locais onde há luz. As macrófitas livres, sejam flutuantes ou submersas, podem aparecer em qualquer área do lago.
- Lagoas: profundidade entre 2 e 8 metros. Pode apresentar estratificação temporária e não estável. Por vezes pode exibir macrófitas fixas, pois alguma luz pode chegar até o fundo
- AUs: profundidade de até 2 metros abaixo do nível máximo de inundação. Não apresenta estratificação vertical, pois a profundidade vai até onde a radiação fotossintética ativa chega. Geralmente, há sempre presença de macrófitas fixas, sejam do tipo emergente, flutuante e/ou submersa.

Salienta-se que a profundidade da estratificação térmica (termoclina) estabelecida depende das características físicas de cada região, como latitude, clima, altitude, relevo e vegetação (JUNTA DE ANDALUCÍA, 2002).

O modelo PAH considera três fatores que explicam as diferenças entre AUs e outros ecossistemas aquáticos ou terrestres, a saber: a água, a forma do relevo deprimida e suas formações superficiais associadas, e a biota. Estes fatores, que são muito mais do que uma soma no espaço e no tempo, resultam em processos ecológicos que regulam diferentes relações biofísicas. Essa heterogeneidade de relações sugere uma configuração hierárquica de influência entre componentes, onde os componentes abióticos superiores, como o clima, o relevo e a dinâmica hidrológica, influenciam os componentes bióticos inferiores, os quais, em menor escala, também influenciam os componentes superiores. Nesse sentido, a hidrologia é o fator fundamental para compreender a estrutura e o funcionamento das AUs. Não obstante, a geomorfologia também afeta o funcionamento hidrológico, dessa forma, devem ser vistos como fatores interdependentes. Por outro lado, a biota também influencia a hidrodinâmica das AUs, a taxa de renovação da água e da sedimentação, dentre outros (JUNTA DE ANDALUCÍA, 2002).

Nas AUs inundadas há o desenvolvimento de microorganismos, fauna e vegetação aquática emergente (formações palustres / *formación palustre*) ou de vegetação arbórea com presença de raízes aéreas. Nas partes sem lâmina d'água superficial, mas com solos úmidos (*criptohumedal*), há o desenvolvimento de formações arbóreas. Dependendo de variações climáticas anuais ou interanuais, uma mesma AU poderá mostrar características de formações

palustres, de solos úmidos e de ecossistemas terrestres. PAH salienta a existência de AUs palustres ou *criptohumedal* isoladas com entornos secos, que também apresentam características vegetacionais híbridas entre ambientes aquáticos e terrestres, ou seja, “em todos os casos e, do ponto de vista funcional, a maioria das AU mantem a sua natureza mutável, entre terra e água, entre seco e molhado” (JUNTA DE ANDALUCÍA, 2002, p.65).

Antes de propor uma definição científica de referência conveniente para o patrimônio de andaluz, PAH apresenta um breve histórico com algumas das principais definições de AUs a partir da definição de Cowardin et al., (1979), considerada a “primeira definição com uma base científica” desenvolvida pelo USFWS, mas que não inclui as AUs “rodeadas de terrenos mais secos” (JUNTA DE ANDALUCÍA, 2002, p.78-79). PAH avalia que a definição científica proposta pelo Conselho Nacional de Pesquisa norte americano (NRC, 1995) reúne os processos básicos que determinam a integridade das AUs. Assim, com base nessa definição, PAH elaborou uma proposta conceitual de AUs, incluindo características próprias das AUs andaluzes:

Uma AU é um ecossistema ou unidade funcional de caráter predominantemente aquático, que não sendo um rio, nem um lago, nem ambiente marinho, constitui, no espaço e no tempo, uma anomalia hídrica positiva em relação a um entorno mais seco. A conjunção hierárquica de fatores climáticos e hidrogeomorfológicos gera inundações rasas recorrentes, permanentes, sazonais ou irregulares, e/ou condições de saturação na ou próximo da superfície do terreno pela presença de águas subterrâneas, suficientemente importantes para afetar os processos biogeoquímicos da região em questão. A característica essencial mínima para diagnosticar a existência de uma AU é a inundação por águas rasas superficiais (formação palustre) ou saturação na ou da superfície do terreno (solos úmidos), condicionando outras características fundamentais de apoio ao diagnóstico, que são a presença de solos hídricos e/ou a vegetação higrófila. Geralmente, essas propriedades explicam a existência de comunidades especiais de microorganismos e de fauna, assim como diferentes atividades humanas e uma paisagem com grau elevado de qualidade visual em relação ao entorno (JUNTA DE ANDALUCÍA, 2002, p. 81-82).

A definição de PAH considera as AUs como um ecossistema, resultante de um sistema complexo de interações bioquímicas e geofísicas, que deve ser avaliado, gerido e protegido como uma entidade integrada e unificada, em uma escala espaço-temporal. Essa definição visa ser operacional e facilitar o estabelecimento de estratégias de gestão para uso e conservação destes ecossistemas. Para tanto, a definição de referência apresenta os três componentes básicos (hidrologia, pedogeomorfologia e a biota), que fornecem critérios e indicadores para identificar e delimitar as AUs em campo, como: recorrência e permanência de inundação ou saturação,

morfologia do relevo e características edáficas e biológicas (JUNTA DE ANDALUCÍA, 2002). Uma dúvida em relação a expressão “anomalia hídrica positiva em relação a um entorno mais seco” (PAH, 2002, p.82) permanece, pois PAH afirma que “(...). Nas manifestações de AUs palustres e cripto AUs, ambas são apresentadas tanto como limites entre ecossistemas terrestres e aquáticos como também anomalias positivas da paisagem” (JUNTA DE ANDALUCÍA, 2002, p.61).

No relatório “Gestão de AUs na política da água na Espanha”, que compõe o Painel Técnico Científico sobre a Política de controle das Águas (CAMACHO, 2008), é apresentado a situação atual dos lagos e das AUs do país, revendo suas características essenciais. Alonso (1998 apud CAMACHO, 2008 p.2) diferencia as AUs de lagos, ambos considerados ecossistemas lênticos. Para o autor, os lagos não são AUs porque sempre apresentam uma termoclina estável e, dificilmente, apresentam plantas macrófitas. Já as AUs podem ser de dois tipos, quando formam lagoas ou pântanos. Serão do tipo lagoas quando têm uma área de inundação bem definida e podem apresentar plantas macrófitas no seu interior. Serão do tipo pântanos quando não apresentam limites de inundação bem definidos e geralmente apresentam vegetação adaptada. Dessa forma, as variáveis profundidade/ termoclina são consideradas determinantes para definir se é uma AU ou não, e a vegetação assume um fator indicativo relevante.

No **hemisfério sul**, a Lei Nacional das Águas da África do Sul definiu as AUs da seguinte forma:

Terreno de transição entre sistemas terrestres e aquáticos, onde o nível d’água está geralmente na ou próximo da superfície, ou o terreno é coberto periodicamente por águas rasas, e que em circunstâncias normais mantém ou manteria uma vegetação tipicamente adaptada às condições de solo saturado (SOUTH AFRICAN, Act n.36 of 1998).

Nota-se que a definição não inclui terrenos cobertos permanentemente por águas rasas. A expressão “terreno de transição entre sistemas terrestres e aquáticos” não implica necessariamente que esta transição é espacial, pois o sistema de classificação das AUs sul africanas inclui AUs com limites exclusivamente terrestres (Capítulo 4).

A Austrália, país avançado nos estudos das AUs tanto no meio científico quanto legal, apresentou diversas definições. Em 1977, o Comitê Consultivo de AUs de Delaware propôs definição de AUs que foi adotada em inventários na porção ocidental da Austrália: “Áreas de solos encharcados ou terrenos inundados de forma sazonal, intermitente ou permanente, seja de origem natural ou não, doce ou salina, como solos encharcados, alagados, meandros abandonados, lagos, pântanos, planícies litorâneas, estuários, rios e seus tributários”

(CHIFFINGS, 1977). Observa-se que essa definição inclui ecossistemas aquáticos e áreas alagadas, independentemente do seu regime hidrológico e da presença ou não de vegetação (TINER, 1999).

Revisando os inventários e sistemas de classificação realizados na Austrália, Pressey e Adam (1995) verificaram que as definições de AUs se diferem bastante, mas sua interpretação em pesquisas científicas se aproxima, em termos gerais, da definição proposta por Paijmans et.al (1985): “terrenos permanentes ou temporariamente cobertos por água ou encharcados. AUs temporárias precisam ter água na superfície ou encharcamento com frequência e/ou duração suficientes para afetar a biota ” (PAIJMANS et.al., 1985 apud PRESSEY e ADAM, 1995, p.85). Esta definição dá ênfase a hidrologia e a biota, assim como a seguinte proposta australiana no final da década de 1990:

Qualquer superfície do terreno temporária ou permanentemente encharcada ou inundada, natural ou artificial, com água estagnada ou corrente, variando de doce à salina, e onde as inundações influenciam a biota e os processos ecológicos a qualquer momento (BOULTON e BROCK, 1999, p.3)

Atualmente, o Departamento de Meio Ambiente australiano adotou a seguinte definição de AUs: “Áreas onde a água cobre o solo durante todo o ano, ou em apenas algumas épocas do ano. Incluem pântanos, brejos, meandros abandonados, lagos, lagoas, pântanos salinos, lamaçais, mangues, recifes de corais, charcos e turfeiras. As AUs podem ser naturais ou artificiais, com águas estagnadas ou correntes, doces, salobras ou salinas. Há também AUs subterrâneas” (AUSTRALIAN GOVERNMENT, s/d). Esta definição nota a possibilidade de AUs subterrâneas, o que não está claro nas outras definições.

O relatório governamental para o manejo de AUs urbanas na Austrália salientou que apesar da variação de enfoques apresentados em diversas definições de AUs, as AUs geralmente apresentam quatro características: (1) águas rasas na superfície ou na zona de raízes, em pelo menos alguma parte do tempo; (2) dinâmica lenta da água ou águas estagnadas; (3) solos inundados ou encharcados sob processos de redução ou, pelo menos, anaeróbicos; (4) vegetação adaptada às condições de encharcamento e/ou inundação. Plantas não tolerantes a estas condições são praticamente ausentes. Plantas adaptadas às condições úmidas, designadas por hidrófitas, podem ser emergentes ou submersas (PAUL, 2013, p.73). Contudo, observa-se que nem todos os conceitos na literatura convergem para a presença de águas estagnadas ou com dinâmica lenta.

Diversos pesquisadores em AUs também descreveram definições de AUs. Na América do Sul, Neiff et al. (1994, p.2) identificaram a existência de grandes AUs, que formam

verdadeiros macrossistemas de origem e características fisiográficas diversas. Essas AUs geralmente ocorrem associadas a grandes planícies e apresentam características próprias, pois não formam sistemas de transição (ecótonos). Com base em extensas pesquisas, os autores propuseram a seguinte definição para as grandes AUs tropicais sul-americanas:

.... Sistemas de extensão sub-regional onde a presença espacial e temporal da água provoca fluxos biogeoquímicos característicos, solos com hidromorfismo acentuado e uma biota cuja estrutura e dinâmica está bem adaptada a uma vasta variabilidade de disponibilidade de água. Podem ser consideradas macrossistemas cuja complexidade cresce com a variabilidade hidrossedimentológica e a extensão geográfica (NEIFF et al., 1994).

Mitsch e Gosselink (2007, p.27) argumentam que a definição de AUs geralmente inclui três componentes principais:

(1) as AUs são distinguidas pela presença de água, quer na superfície ou na zona de raízes; (2) as AUs geralmente apresentam condições únicas de solo, que diferem de entornos mais elevados; (3) as AUs mantêm uma biota, tal como uma vegetação adaptada às condições úmidas (hidrófitas) (...).

Conforme os autores, o clima e a geomorfologia definem as condições de existência de uma AU, mas o aspecto principal é a hidrologia, pois é a presença de água estagnada durante um período de tempo que permite o desenvolvimento de uma vegetação adaptada às condições de solos saturados.

Outra definição de AUs, que se assemelha a de Mitsch e Gosselink (2007), é elaborada por Keddy (2010, p.3), que as considera como “ecossistemas que surgem quando a inundação produz solos com predomínio de processos anaeróbicos, que, por sua vez, força a biota, particularmente as plantas enraizadas, a se adaptar à inundação”. Observa-se que esses autores consideram a saturação e a ausência de oxigênio no ambiente elementos essenciais para a formação de AUs.

Para Lyon e Lyon (2011 p.9), “uma AU pode ser descrita como uma mistura de características de ambientes terrestres ou aquáticos. Em essência, uma AU é a borda ou interface entre as terras altas e as áreas aquáticas adjacentes. A água pode estar na forma de rios, córregos, riachos, lagos, pontos de exfiltração ou ser do oceano. Assim, as AUs podem ser encontradas em praticamente qualquer lugar. Elas possuem características de ambos os ambientes e exibem uma mistura de condições de solo, planta e água, que cria um habitat único para a vida e seus processos. As AUs podem ser de difícil identificação em função das diversas combinações que podem apresentar ao longo do gradiente entre o meio terrestre e aquático.” Na definição destes

autores a questão da interface entre o meio terrestre e aquático é retomada, onde a existência de um ecossistema aquático é necessária para formar uma AU. Aqui, mesmo pontos de exfiltração são considerados ecossistemas aquáticos, o que é passível de questionamento.

Considerando os conceitos levantados ao longo deste subcapítulo verifica-se que o termo AUs compartilha diversas características em comuns, sendo que a mais importante é a presença permanente, sazonal ou periódica de água na superfície ou de solos saturados (FINLAYSON e VAN DER VALK, 1995). Além das características hidrológicas, as AUs podem ser identificadas pela presença de uma vegetação adaptada e/ou de solos encharcados ou hídricos, visto que ambos são indicativos de condições de maior umidade (SEMENIUK e SEMENIUK, 1995).

### **3.2 - Contexto brasileiro**

No Brasil, muitas AUs foram drenadas e transformadas em áreas agrícolas, industriais e urbanas ou degradadas pela falta de saneamento, sendo consideradas focos de doenças (DIEGUES, 2002).

Na legislação brasileira as AUs foram tratadas de forma genérica e indireta, sem uma preocupação formal em defini-las. No primeiro Código Florestal (1934), as AUs estavam associadas às florestas protetoras, que serviam, entre outros objetivos, para conservar o regime dos cursos d'água. As florestas protetoras dependiam de estudos para sua delimitação, sendo decretadas caso a caso. Durante suas três décadas de vigência foram decretadas apenas dezessete florestas protetoras (CALEFFI, 2009). A ampla definição do conceito de florestas protetoras, associada às medidas legais de proteção e uso pouco precisas, dificultavam a delimitação, facilitando assim, a sua ocupação e degradação.

A lei nº 4.771/1965, que revogou o Código Florestal de 1934, aboliu o termo florestas protetoras e criou as Áreas de Preservação Permanente (APP's), definidas como área coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. As APP's foram estabelecidas nas nascentes e olhos d'água, ao redor de lagos, lagoas e reservatórios e nas faixas marginais de cursos d'água. Ressalta-se que as alterações produzidas no Código de 1965, por meio da Lei nº 7.803/1989, ampliaram a proteção dos recursos hídricos com maiores metragens e as medidas dos cursos d'água passaram a ser estabelecidas a partir do nível mais alto em faixa marginal.

O processo de urbanização no Brasil, tanto devido a migração quanto ao crescimento da população urbana, influenciou na criação da Lei<sup>o</sup> 6.766/1979 sobre o parcelamento do solo urbano. Essa lei restringiu a ocupação do solo urbano em terrenos alagadiços<sup>6</sup> ou sujeitos a inundações<sup>7</sup> devido aos impactos das enchentes e a pressão pública e científica, estabelecendo uma faixa de 15 metros de proteção ao longo dos cursos d'água dentro de perímetros urbanos. Na realidade, a maior parte dos rios e córregos dos grandes centros urbanos foram canalizados e cobertos para aumentar as vias de transporte e os loteamentos.

Na década de 1980, o governo brasileiro passou a incentivar o plantio em áreas inundadas. Durante a vigência do Provárzeas<sup>8</sup> (1981-1988), estima-se que mais de 1 milhão de hectares de várzeas foram drenadas (SBPC, 2012). Diante do avanço da degradação e da perda de benefícios socioambientais das AUs, a lei florestal de 1965 foi alterada pela lei ordinária n<sup>o</sup>7.803/1989, que passou a incluir APP's em torno de nascentes, mesmo as intermitentes, e redefiniu novas metragens para as APP's de cursos d'água. Em relação às áreas urbanas, a lei previu a observação das disposições dos planos diretores e de leis de uso do solo.

O NUPAUB<sup>9</sup>, criado na Universidade de São Paulo (USP) no final da década de 1980, realizou em 1990, com base em dados secundários, o primeiro inventário regional de AUs inundáveis costeiras, da Amazônia e do pantanal, com o objetivo de avaliar a importância socioambiental desses ambientes e desenvolver uma base de referência para fundamentar ações de conservação em âmbito regional e local. Este inventário mapeou 51 AUs brasileiras e, em 2002, foi revisado e expandido para 57 AUs. Apesar de seu caráter preliminar, pois não abarca dados primários e é focado em regiões específicas do país, o inventário serviu para ampliar e incentivar as pesquisas sobre as AUs e reconhecer a sua importância socioambiental (DIEGUES, 2002).

Ainda no final da década de 80, Junk et al. (1989), pesquisando o comportamento hidrológico das grandes AUs brasileiras, definiram as AUs como áreas:

Episodicamente ou periodicamente inundadas pelo transbordamento lateral de rios ou lagos e/ou pela precipitação direta ou pelo afloramento do lençol freático, de forma que a biota responde ao ambiente físico-químico com adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas e etológicas, gerando estruturas específicas e características dessas comunidades.

A estrutura e o funcionamento hidrológico das grandes AUs brasileiras apresentam níveis d'água oscilantes, descritos pelos autores como pulsos de inundação, que são originados

---

<sup>6</sup> Alagamento: Ação de alagar em função da drenagem deficiente do terreno, independente da origem da água.

<sup>7</sup> Inundação: Ação de extravasamento de águas lóxicas ou lânticas nas áreas marginais, como rios e lagos.

<sup>8</sup> PROVÁRZEAS: Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis

<sup>9</sup> NUPAUB: Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas em Áreas Úmidas Brasileiras

através da interação lateral de água e nutrientes entre os cursos d'água ou lagos e suas respectivas áreas alagáveis conectadas, e também pelas águas pluviais e ascensão periódica do nível freático (JUNK et al. 1989). Dessa forma, foram excluídas nessa definição as demais AUs que se apresentam permanentemente inundadas. Observa-se que o termo “inundadas” não se refere somente as áreas inundadas por extravasamento lateral marginal das águas de corpos d'água lóticos ou lênticos, mas também as áreas alagadas pela precipitação e pelo nível freático. Dessa forma, o termo inundação também é utilizado como sinônimo de alagamento.

Para Esteves (1998), as AUs brasileiras podem ser definidas como zonas nas quais a vegetação ocorrente é tolerante ou adaptada a solos úmidos ou a solos que são alagados ou inundados diária ou sazonalmente. Conforme o autor, esses ecossistemas brasileiros podem ser divididos em quatro grupos: 1) áreas úmidas formadas por planícies inundadas de sistemas fluviais (várzea, igapó, pantanal, etc.); 2) áreas úmidas associadas a lagoas e lagos (brejos, zonas litorâneas etc.); 3) áreas úmidas com altos níveis de saturação hídrica e/ou acúmulo de águas de córregos (brejo, pântano, campo úmido, lameiro etc.); 4) áreas úmidas artificiais (represas, açudes e barramentos).

Essa definição considera como tipos de AUs denominações associadas a áreas encharcadas (como brejos e pântanos) e fitofisionomias (campos úmidos).

Com o aumento das pesquisas e do reconhecimento da importância das AUs, o Brasil assinou a Convenção de Ramsar no ano de 1993, ratificando-a ao ordenamento legal em 1996 (Decreto 1.905/1996), 25 anos após a criação do tratado. Atualmente, o Brasil denominou vinte e uma Zonas Úmidas à Lista de Ramsar (Quadro 3.2).

Quadro 3.2 - Zonas Úmidas brasileiras incluídas na Lista de Sítios de Ramsar, com suas respectivas datas de inclusão

<b>Sítios</b>	<b>UF</b>	<b>Data da inclusão</b>
Parque Nacional da Lagoa do Peixe	RS	24/05/1993
Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense	MT	24/05/1993
Parque Nacional do Araguaia - Ilha do Bananal	TO	04/10/1993
Reserva de desenvolvimento Sustentável Mamirauá	AM	04/10/1993
Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses	MA	30/11/1993
Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense	MA	29/02/2000
Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luiz	MA	29/02/2000
Reserva Particular do Patrimônio Natural SESC Pantanal	MT	06/12/2002
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Rio Negro	MS	28/05/2009
Parque Nacional Marinho dos Abrolhos	BA	02/02/2010

Parque Estadual do Rio Doce	MG	26/02/2010
Parque Nacional do Cabo Orange	AP	02/02/2013
Reserva Biológica Atol das Rocas	RN	11/12/2015
Parque Nacional do Viruá	RR	22/03/2017
Parque Nacional de Anavilhanas	AM	22/03/2017
Reserva Biológica do Guaporé	RO	22/03/2017
Estação Ecológica Federal do Taim	RS	22/03/2017
Parque Nacional Marinho /APA Fernando de Noronha	PE	05/06/2017
Estação Ecológica de Guaraqueçaba	PR	05/06/2017
Lund-Warming/APA Carste de Lagoa Santa	MG	05/06/2017

Fonte: Ministério do Meio Ambiente.

Na diretriz brasileira, os Sítios de Ramsar correspondem a Unidades de Conservação (UC)<sup>10</sup> para favorecer a adoção das medidas e compromissos assumidos pelo país perante a Convenção (Ministério do Meio Ambiente - MMA). Especialistas que discutem a proteção das AUs consideram a eleição dos sítios Ramsar mais um resultado de interesses políticos do que uma preocupação com a conservação da biodiversidade (GETZNER, 2002), visto que importantes AUs não declaradas como UC's não farão parte da Lista Ramsar. Além disso, ser membro da Convenção não é necessariamente uma medida satisfatória para a preservação das AUs brasileiras, pois são consideradas apenas as AUs de importância internacional (PENTEADO, 2011).

No âmbito da Convenção de Ramsar, o governo brasileiro criou o Comitê Nacional para as Zonas Úmidas (CNZU), que tem, entre suas responsabilidades: propor diretrizes e ações para a conservação e uso sustentável das AUs brasileiras; contribuir na elaboração de um Plano Nacional de Zonas Úmidas; avaliar propostas de novos Sítios Ramsar; fornecer apoio na preparação dos relatórios apresentados pelas delegações brasileiras enviadas às reuniões da Convenção de Ramsar; e divulgar informações sobre a Convenção de Ramsar e apoiar sua implementação nacional (BRASIL, 2011b).

Além do CNZU, foi criada a “Comissão sobre Critérios para Designação de Sítios Ramsar”, com o objetivo de estudar e propor critérios nacionais para a seleção de Áreas Protegidas a serem indicadas como potenciais sítios Ramsar, já que aqueles estabelecidos pela Convenção de Ramsar são gerais e abrangentes. O relatório final da Comissão, concluído em

<sup>10</sup> Conforme a Lei 9985/2000, as Unidades de Conservação (UC) correspondem ao espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

2012, culminou na Recomendação nº 05/2012, que dispõe sobre os critérios para designação de sítios Ramsar (Quadro 3.3) e as metas nacionais de designação de novos sítios.

Quadro 3.3 - Critérios Nacionais para a seleção de Áreas Protegidas a serem indicadas como potenciais Sítios de Importância Internacional

<b>Critério</b>	<b>Pontuação</b>	<b>Regras da pontuação</b>
Representação nos Biomas <sup>1</sup>	0 a 5	Subtrair de 5 o número correspondente à quantidade de sítios Ramsar já existentes no Bioma em que a Área Protegida está presente.
Representação nas Ecorregiões Aquáticas de Águas Continentais <sup>2</sup> e Ecorregiões Marinhas <sup>3</sup>	0 a 5	Subtrair de 5 o número correspondente à quantidade de sítios Ramsar já existentes na Ecorregião em que a Área Protegida está presente.
Importância Biológica das Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira <sup>4</sup>	0 a 5	5 para área com Importância Extremamente Alta; 3 para área com Importância Muito Alta; 1 para área com Importância Alta; e 0 para área com Importância Insuficientemente Conhecida.
Áreas Importantes para a Conservação das Aves <sup>5</sup> ( <i>Important Bird Areas</i> ) - IBAs	0 a 5	5 para áreas em até 1km das IBAs; 3 para áreas em até 15km das IBAs; 1 para áreas em até 50km das IBAs; e 0 para áreas a mais de 50km das IBAs.
Percentual de Área Úmida	0 a 5	5 para áreas com mais de 50% de ambientes de áreas úmidas; 3 para áreas com 20 a 50% de ambientes de áreas úmidas; 1 para áreas com 5 a 20% de ambientes de áreas úmidas; e 0 para áreas com menos de 5% de ambientes de áreas úmidas.
Bacias hidrográficas (otobacias de 4ª a 6ª ordem) que contém peixes com distribuição restrita <sup>6</sup> - KBAs de peixes (áreas-chave para a conservação da biodiversidade de peixes)	0 a 1	0 para áreas que não fazem interseção com nenhuma bacia hidrográfica representativa de peixes com distribuição restrita; 1 para áreas que fazem interseção com alguma bacia hidrográfica representativa de peixes com distribuição restrita.

Nota: Para cada uma das Áreas Protegidas que possuem ambientes típicos de AUs, dá-se uma pontuação.  
Fonte: Recomendação nº 05/2012.

Ainda no campo legal, o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP) (BRASIL, 2006), aprovado pelo Decreto nº 5.758/06, colocou como objetivos formular proposta e estabelecer uma Política Nacional para as Zonas Úmidas no escopo da Convenção e realizar diagnóstico e classificação das Zonas Úmidas Brasileiras, relacionando suas características aos critérios estabelecidos aos potenciais sítios de Ramsar.

Além disso, no Plano Nacional de Recursos Hídricos: Prioridades 2012-2015 (BRASIL, 2011a) foram aprovados, respectivamente, pelas Resoluções do Conselho Nacional de Recursos

Hídricos CNRH nº148 de 2012 e CNRH nº 99/2009<sup>11</sup>, os seguintes programas: Programa IX (Gestão de Recursos Hídricos Integrada ao Gerenciamento Costeiro, incluindo as Áreas Úmidas) e Programa XI (Conservação das Águas do Pantanal, em especial suas Áreas Úmidas). Dentre suas ações destacam-se: a identificação, atualização e mapeamento das AUs; a elaboração e implementação de uma política de AUs e de projetos de conservação nas bacias hidrográficas com AUs; o desenvolvimento de estudos sobre AUs e normatização do uso e da ocupação das AUs interiores; o mapeamento e monitoramento de empreendimentos em áreas costeiras e úmidas; e a avaliação e integração das AUs ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH). Entretanto, não foram deliberadas ações prioritárias pela Câmara Técnica do PNRH (CTPNRH) para os referidos programas. Salienta-se que foram propostas alterações do nome do Programa XI para “Conservação das Áreas Úmidas do Brasil” ou “Conservação das águas em Áreas Úmidas e pantanosas”, e que embora não atendidas, demonstra que existe uma preocupação legal em reconhecer outros tipos de AUs, que não sejam as costeiras e do pantanal.

Apesar de todo esse movimento legal, o Brasil pouco avançou na definição, classificação, inventário e proteção legal nas políticas de conservação e uso sustentável das AUs, restringindo-se praticamente à demarcação dos 21 sítios Ramsar (Quadro 3.2). Nesse contexto, o Centro de Pesquisa do Pantanal (CPP) e a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) criaram, em 2008, o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Áreas Úmidas (INAU), congregando mais de uma centena de cientistas de diversas universidades e centro de pesquisa. O INAU constatou que as funções ecológicas, ambientais e sociais das AUs brasileiras estão ameaçadas pela falta de instrumentos legais de proteção e de pesquisas científicas, configurando uma situação de demanda urgente de ação política, científica e social. Em 2012, o INAU publicou o documento “Definição e Classificação das Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Base Científica para uma Nova Política de Proteção e Manejo Sustentável” por Junk et al. (2012), visando apresentar uma síntese dos conhecimentos sobre as AUs nacionais; proposta conceitual e de critérios de delineamento e classificação dos principais tipos AUs brasileiras; e uma discussão para apoiar uma política nacional específica para proteção e gestão das AUs. Este documento foi posteriormente editado e publicado como livro por Cunha et al., em 2015.

Junk et al. (2012) listaram diversos nomes populares característicos de AUs (Quadro 3.4). Estes termos são considerados pouco precisos e nem sempre incluem todas as variedades

---

<sup>11</sup> As ações dos referidos programas podem ser consultadas no site: [http://www.mma.gov.br/estruturas/161\\_publicacao/161\\_publicacao16032012065259.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/161_publicacao/161_publicacao16032012065259.pdf).

de AUs, o que dificulta a sua gestão e conservação e o diálogo entre as diferentes regiões (JUNK et al., 2012).

Quadro 3.4– Nomes populares para os diferentes tipos de AUs brasileiras e sua caracterização, conforme o INAU

<b>Nome popular</b>	<b>Características</b>
Baixadas litorâneas (Restinga)	Corpos de água rasa e pântanos entre dunas no litoral, de afloramento do lençol freático, com macrófitas aquáticas e palustres, até florestadas
Banhado	Denominação geral de áreas úmidas no Rio Grande do Sul
Brejo	Nome popular pouco específico para áreas encharcadas
Buritizal	Áreas encharcadas cobertas com buritis
Campinarana	Áreas arenosas com solos periodicamente encharcados, cobertos por uma vegetação savânica hidromórfica
Carnaubal	Áreas encharcadas de água doce, dominadas pela palmeira Carnaúba e herbáceas palustres
Estuários	Áreas úmidas costeiras caracterizadas como as áreas finais de rios ou lagos com forte influência das marés e água salina.
Igapó	Área alagável ao longo dos rios de água preta e clara, pobres em nutrientes
Lagunas costeiras	Corpos de água, geralmente de salinidade e vegetação variáveis, incluindo desde manguezais até macrófitas aquáticas de água doce.
Manguezal	Ecossistema costeiro, que ocupa depósitos sedimentares lamosas, argilosas ou arenosas até o limite superior das preamares equinociais.
Mata ciliar	Mata alagável ao redor de corpos de água
Mata ripária (galeria)	Mata periodicamente alagada ao longo de rios
Olho d'água	Nascentes de rios.
Pântano	Nome popular pouco específico para áreas encharcadas
Turfeiras	Pequenas áreas úmidas localizadas em áreas de altitude ou na planície costeira com grande concentração de matéria orgânica em decomposição e pH baixo.
Várzea	Qualquer tipo de área periodicamente alagável
Vereda	Área permanentemente úmida, coberta por vegetação gramíneo-herbácea

Fonte: Junk et al. (2012, p.7-8).

Avançando para uma base científica, Junk et al. (2012, p.23) e Cunha et al. (2015, p.37) propuseram a seguinte definição para AUs:

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.

AUs devem possuir (1) presença, pelo menos periodicamente, de espécies de plantas superiores aquáticas ou palustres, e/ou (2) presença de substrato/solo hídrico.

A definição de AU ainda deve incluir, se presente, as áreas permanentemente secas, visto seu papel fundamental na manutenção da integridade funcional e da biodiversidade das AUs (JUNK et al., 2012; CUNHA et al., 2015). Os solos encharcados podem ser considerados sinônimos de solos alagados.

Em relação à definição de 1989, uma das modificações observadas foi a inclusão das áreas “permanentemente inundadas” apesar da interface entre ambientes terrestre e aquáticos se referir também a áreas “periodicamente alagadas e secas”:

A sequência de inundação e seca (o pulso de inundação) é a força dominante dos processos ecológicos em AUs de alagamento periódico. As áreas periodicamente alagadas e secas são chamadas de áreas de transição aquático/terrestre [Aquatic Terrestrial Transition, Zone, ATTZ. 1989] ... (JUNK et al., 2012, p.13; CUNHA et al., 2015, p.27).

Para os autores, os pulsos de inundação devem fazer parte de uma definição de AU, pois são característicos da maior parte das AUs nacionais e explicam as taxas elevadas de produtividade biológica pelos fluxos de água e nutrientes. Quanto à extensão das AUs, os autores estabelecem uma borda da inundação rasa permanente ou de solos encharcados permanente ou periodicamente e, no caso de níveis d’água flutuantes, a média máxima de inundação. Os limites externos indicam a ausência de solos hidromórficos e/ou hidrófitas e/ou espécies lenhosas específicas, que são capazes de crescer em ambientes periodicamente ou permanentemente inundados ou com solos encharcados (JUNK et al., 2012; CUNHA et al., 2015).

Os esforços do INAU podem ser vistos em contraposição ao novo Código Florestal (Lei 12.651/12), que delimita às APP’s a partir do leito regular dos cursos d’água e não mais do seu leito maior, desprotegendo assim, áreas fundamentais para sustentação ecológica e hidrológica das AUs (JUNK et al., 2012; CUNHA et al., 2015). Piedade et al. (2012), conforme seus estudos, recomendaram que as larguras mínimas devem ser medidas sempre a partir dos níveis mais altos também de lagos, lagoas e áreas alagáveis naturais.

Outras mudanças ocorridas no novo Código foram a exclusão das APP’s das acumulações naturais e artificiais de água inferiores a 1 hectare e das APP’s das nascentes e olhos d’águas intermitentes, excluindo a proteção de vários tipos de AUs, como brejos sazonais. As veredas, definidas agora como uma fitofisionomia e não mais como áreas brejosas ou encharcadas, conforme estabelecido pelas Resoluções CONAMA 004/85 e 303/2002, tiveram área de proteção reduzida. Sua faixa marginal mínima de 50 metros de proteção, que era contada a partir do seu limite intermitente, passou a ser considerada a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS, 2013).

O Código atual apresentou pela primeira vez uma definição de AUs: “pantais e superfícies terrestres cobertas de forma periódica por águas, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação”. Essa definição exclui as AUs

permanentemente saturadas ou cobertas por águas, e não esclarece se são AUs somente aquelas inundadas por curso d'água. Por fim, não estabelece nenhuma medida de proteção as AUs. Dessa forma, o novo Código Florestal foi um retrocesso para a proteção das AUs.

Dessa forma, o INAU amplia o conceito de AUs em relação ao Código Florestal, mas pode gerar dúvidas pelas diversas interpretações envolvidas no termo “interface entre ambientes terrestres e aquáticos” e pelo termo “solo hídrico” ser pouco usual no Brasil.

Em Minas Gerais, a Lei Florestal de 2013 (Lei nº 20922/2013) também promoveu modificações, incluindo uma definição de AUs em consonância com a definição do novo Código nacional: “Pantaneais e as superfícies terrestres inundadas naturalmente e de forma periódica, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação”. Nota-se na lei mineira a inclusão da palavra “naturalmente”, possivelmente como forma de demonstrar que os sistemas agrícolas irrigados em planícies de inundação não são AUs.

Ainda no nível estadual, vale destacar o estado do Paraná pela sua Resolução Conjunta com o IBAMA (nº 05/2008), que define critérios para avaliação das AUs e seus entornos protetivos, normatiza sua conservação e estabelece condicionantes para o licenciamento das atividades nelas permissíveis.

Esta Resolução considera as AUs como ecossistemas frágeis, complexos, importantes para a manutenção da biodiversidade, melhoria da qualidade das águas e regularização da vazão dos cursos d'água. A importância das AUs, associada a falta de uma definição clara no campo legal, justificou a elaboração do seguinte conceito:

Seguimento da paisagem constituído por solos hidromórficos, definidos como aqueles que em condições naturais se encontram saturados por água, permanentemente ou em determinado período do ano, independentemente de sua drenagem atual e que, em virtude do processo de sua formação, apresentam, comumente, dentro de 50 (cinquenta) centímetros a partir da superfície, cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas e/ou cores pretas resultantes do acúmulo de matéria orgânica.

A Resolução estabelece uma faixa marginal constituída por solos não-hidromórficos, cuja largura mínima depende, localmente, da declividade do relevo e da textura do solo (quadro 3.5).

Quadro 3.5 – Delimitação das faixas de proteção no entorno das Áreas Úmidas no estado do Paraná

Declividade (%)	Largura do entorno protetivo (m)		
	Textura argilosa	Textura média	Textura arenosa
0-8	50	50	50
8-20	50	60	70
20-45	70	80	90
>45	Área de Preservação Permanente (APP)		

Fonte: Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP (nº 05/2008)

É notável a afirmação que:

Devido aos escassos remanescentes de AUs conservadas, tais áreas e seus entornos protetivos são considerados prioritários para a preservação, sendo proibidos licenciamentos ou autorizações ambientais que degradem o ambiente, com exceção dos empreendimentos de utilidade pública, interesse social ou segurança nacional (RESOLUÇÃO CONJUNTA IBAMA/SEMA/IAP nº 05/2008).

Conforme Machado (2014), a Resolução possui caráter prático e, por isso, se vale de uma definição determinada unicamente pela presença de solo hidromórfico ou não.

Considerando a imprecisão da definição do termo AUs tanto no meio científico quanto legal e a necessidade de expandir o conhecimento e a proteção dessas áreas, Queiroz (2015 p. 60) propôs a seguinte definição:

As áreas úmidas – AUs são ambientes transicionais ou de interface entre os ambientes aquáticos e terrestres.

Incluem todos os ecossistemas transicionais entre os ambientes aquáticos e terrestres, naturais ou artificiais, associados ao ciclo das águas interiores e costeiras, com o nível de água variável ou relativamente estável ao longo do tempo, cujos solos apresentam elevado grau de hidromorfismo, condicionados por águas de origem pluvial, fluvial, marinha, subterrânea ou de combinações entre elas, com contribuição de marés ou não, com comunidades de plantas e animais adaptadas à dinâmica hídrica.

Assim como o estado do Paraná, Queiroz (2015) propôs como critério identificador de AUs em geral a utilização dos solos com elevado grau de hidromorfismo, pois considera que os processos de hidromorfismo requerem, ao menos sazonalmente, a permanência temporal de lâmina d'água e a legislação a sua proteção adequada. Nota-se que a autora considera que ecossistemas transicionais podem ser permanentemente úmidos, ou seja, nem terrestres e nem aquáticos. Além disso, aspectos e termos da definição proposta pelo INAU (JUNK et al, 2012; CUNHA et al., 2015) também foram incorporados.

Por fim, pode-se dizer que o País vem ampliando os estudos sobre as AUs, que começaram a influenciar a legislação ambiental, seja no âmbito federal quanto estadual. É

evidente a demanda para definição e classificação das AUs brasileiras e avançar nas políticas de gestão e proteção, visto que maior parte dos instrumentos legais se limitam aos sítios de Ramsar, que também não se traduzem, necessariamente, em maior proteção. Minas Gerais, em particular, não difere desse contexto nacional: além de não ter desenvolvido bases teóricas conceituais para as AUs do seu território, ainda não apresenta critérios para classificá-las, seja do ponto de vista ecológico e/ou funcional.

### 3.3 – Quadro síntese das definições de AUs nos contextos internacional e nacional

Com base na pesquisa bibliográfica apresentada conclui-se que existem diversas definições para AUs, dada a variedade de condições físicas, químicas e biológicas envolvidas, a intenção das propostas e a própria percepção e formação dos autores, das instituições de pesquisa e governamentais envolvidas e/ou do país de origem. O quadro 3.6 sintetiza, cronologicamente, as definições abordadas de AUs presentes na literatura científico e legal, internacional e nacional.

Quadro 3.6 – Síntese com os principais conceitos de AUs ao longo dos séculos XX e XXI

	Autor/Ano	Definições
<b>Internacionais</b>		
<b>1</b>	Shaw e Fredine (1956)	Áreas suavizadas cobertas com águas rasas permanentes, temporárias ou intermitentes. São denominadas por nomes como pântanos, brejos, turfeiras, dentre outras. Lagos rasos e lagoas, geralmente com presença de vegetação emergente de características próprias, estão incluídos na definição, mas as águas permanentes de córregos perenes, reservatórios e lagos profundos não estão incluídas. Também não abrangem áreas com água temporária que pouco ou nada influenciam no desenvolvimento de vegetação em solos úmidos.
<b>2</b>	Convenção de Ramsar (1971)	Áreas de pântano, charco, turfa ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa.
<b>3</b>	Westlake et al.(1988)	Área dominada por plantas herbáceas específicas, que crescem principalmente na superfície da água, apresentando partes aéreas e que resistem a ambientes cuja quantidade de água é excessiva para a maioria das outras plantas terrestres.
<b>4</b>	United States (1977)	Áreas inundadas ou saturadas por água superficial ou subterrânea com frequência e duração suficientes para dar suporte e que, em circunstâncias normais dão suporte, à prevalência de vegetação adaptada às condições de solos saturados.
<b>5</b>	Chiffings (1977)	Áreas de solos encharcados ou terrenos inundados de forma sazonal, intermitente ou permanente, seja de origem natural ou não, doce ou salina, como solos encharcados, alagados, meandros abandonados, lagos, pântanos, planícies litorâneas, estuários, rios e seus tributários.
<b>6</b>	Cowardin et al. (1979)	Áreas de transição entre sistemas terrestres e aquáticos, onde o nível freático está normalmente na ou próximo da superfície, ou onde a superfície está coberta por águas rasas. (...) devem apresentar pelo menos um dos seguintes três atributos: a) ao menos periodicamente, a superfície está coberta predominantemente por hidrófitas; b) o substrato é formado predominantemente por solo hídrico não drenado; c) o substrato não é formado por solo, mas está saturado ou coberto por águas rasas em algum momento durante a estação de crescimento de cada ano.

7	United States (1985)	Áreas que apresentam predomínio de solos hídricos e que são inundadas ou saturadas de água superficial ou subterrânea, com frequência e duração suficientes para determinar, e que em circunstâncias normais determinam a prevalência de uma vegetação hidrófila tipicamente adaptada às condições de solo saturado.
8	Cataluña (1985)	Unidades ecossistêmicas funcionais que apresentam, em termos espaço-temporais, uma anomalia hídrica positiva em relação às áreas adjacentes. A confluência de fatores topográficos, geológicos e hidrológicos faz com que esta anomalia hídrica afete e condicione os processos geoquímicos e biológicos da área em questão.
9	Pajmans et al. (1985)	Terrenos permanentes ou temporariamente cobertos por água ou encharcados. AUs temporárias precisam ter água na superfície ou encharcamento com frequência e/ou duração suficientes para afetar a biota.
10	Zoltai (1988)	Terreno que apresenta nível d'água subterrâneo na superfície, próximo ou acima dela, ou que está saturado por um período de tempo suficiente para promover áreas úmidas ou processos aquáticos, como indicados por solos hídricos, vegetação hidrófila, e vários tipos de atividades biológicas típicas de ambientes úmidos
11	Tarnocai et al. (1988)	Terreno saturado o suficiente para promover áreas úmidas ou processos aquáticos, como indicados pela presença de solos mal drenados, vegetação hidrófila e por vários tipos de atividades biológicas típicas de ambientes úmidos.
12	France (1992)	As áreas úmidas são terras, exploradas ou não, geralmente inundadas ou encharcadas/saturadas por água doce, salgada ou salobra, de forma permanente ou temporária; a vegetação, quando existente, é dominada por plantas higrófilas durante, ao menos, uma parte do ano.
13	O. CIZEL (2010)	As áreas úmidas são caracterizadas pela presença, permanente ou temporária, de água superficial ou subsuperficial, doce, salobra ou salgada, muitas vezes em posição de transição entre ambientes terrestres e aquáticos, sendo marcadas por águas rasas, solos hidromórficos ou solos pouco desenvolvidos, e/ou uma vegetação onde predominam plantas higrófilas ao menos durante uma parte do ano. (...). Elas estão localizadas à beira de nascentes, córregos, rios, lagos e marés, em baías e estuários, dentro de deltas, fundos de vales ou depressões em encostas.
14	Neiff et al. (1994)	(...) Sistemas de extensão sub-regional onde a presença espacial e temporal da água provoca fluxos biogeoquímicos característicos, solos com hidromorfismo acentuado e uma biota cuja estrutura e dinâmica está bem adaptada a uma vasta variabilidade de disponibilidade de água. Podem ser consideradas macrossistemas cuja complexidade cresce com a variabilidade hidrossedimentológica e a extensão geográfica.
15	NRC (1995)	Ecossistemas que dependem de inundações rasas ou de saturação do substrato de forma constante ou recorrente na ou próximo da superfície. As características mínimas essenciais são inundação ou saturação recorrente na ou próximo da superfície e presença de características físicas, químicas e biológicas que refletem inundação ou saturação recorrente do substrato. Indicadores típicos no diagnóstico de Áreas Úmidas são solos hídricos e vegetação hidrófila. Estes indicadores estarão presentes exceto onde fatores físico-químicos, bióticos ou antrópicos específicos tenham sido removidos ou impedido o seu desenvolvimento.
16	South African (1998)	Terreno de transição entre sistemas terrestres e aquáticos, onde o nível d'água está geralmente na ou próximo da superfície, ou o terreno é coberto periodicamente por águas rasas, e que em circunstâncias normais mantém ou manteria uma vegetação tipicamente adaptada às condições de solo saturado.
17	Australian Government (s.d)	Áreas onde a água cobre o solo durante todo o ano, ou em apenas algumas épocas do ano. Incluem pântanos, brejos, meandros abandonados, lagos, lagoas, pântanos salinos, lamaçais, mangues, recifes de corais, charcos e turfeiras. As AUs podem ser naturais ou artificiais, com águas estagnadas ou correntes, doces, salobras ou salinas. Há também AUs subterrâneas.
18	Boulton e Brock (1999)	Qualquer superfície do terreno temporária ou permanentemente encharcada ou inundada, natural ou artificial, com água estagnada ou corrente, variando de doce à salina, e onde as inundações influenciam a biota e os processos ecológicos a qualquer momento.
19	Junta de Andalucía (2002)	Uma AU é um ecossistema ou unidade funcional de caráter predominantemente aquático, que não sendo um rio, nem um lago, nem ambiente marinho, constitui, no espaço e no tempo, uma anomalia hídrica positiva em relação a um entorno mais seco. A conjunção hierárquica de fatores climáticos e hidrogeomorfológicos gera inundações rasas recorrentes, permanentes, sazonais ou irregulares, e/ou condições de saturação na

		ou próximo da superfície do terreno pela presença de águas subterrâneas, suficientemente importantes para afetar os processos biogeofísicoquímicos da região em questão. A característica essencial mínima para diagnosticar a existência de uma AU é a inundação por águas rasas superficiais (formação palustre) ou saturação na ou da superfície do terreno (solos úmidos), condicionando outras características fundamentais de apoio ao diagnóstico, que são a presença de solos hídricos e/ou a vegetação higrófila. Geralmente, essas propriedades explicam a existência de comunidades especiais de microorganismos e de fauna, assim como diferentes atividades humanas e uma paisagem com grau elevado de qualidade visual em relação ao entorno.
20	Mitsch e Gosselink (2007)	A definição geralmente inclui três componentes principais (1) as AUs são distinguidas pela presença de água, quer na superfície ou na zona de raízes; (2) as AUs geralmente apresentam condições únicas de solo, que diferem de entornos mais elevados; (3) as AUs mantêm uma biota, tal como uma vegetação adaptada às condições úmidas (hidrófitas) (...).
21	Lyon e Lyon (2011)	Uma AU pode ser descrita como uma mistura de características de ambientes terrestres ou aquáticos. Em essência, uma AU é a borda ou interface entre as terras altas e as áreas aquáticas adjacentes. A água pode estar na forma de rios, córregos, riachos, lagos, pontos de exfiltração ou ser do oceano. Assim, as AUs podem ser encontradas em praticamente qualquer lugar. Elas possuem características de ambos os ambientes e exibem uma mistura de condições de solo, planta e água, que cria um habitat único para a vida e seus processos. As AUs podem ser de difícil identificação em função das diversas combinações que podem apresentar ao longo do gradiente entre o meio terrestre e aquático.
22	Keddy (2010)	Ecossistemas que surgem quando a inundação produz solos com predomínio de processos anaeróbicos, que, por sua vez, força a biota, particularmente as plantas enraizadas, a se adaptar à inundação.
23	Paul (2013)	(1) águas rasas na superfície ou na zona de raízes, em pelo menos alguma parte do tempo; (2) dinâmica lenta da água ou águas estagnadas; (3) solos inundados ou encharcados sob processos de redução ou, pelo menos, anaeróbicos; (4) vegetação adaptada às condições de encharcamento e/ou inundação. Plantas não tolerantes a estas condições são praticamente ausentes. Plantas adaptadas às condições úmidas, designadas por hidrófitas, podem ser emergentes ou submersas.
<b>Nacional</b>		
24	Junk et al. (1989)	Episodicamente ou periodicamente inundadas pelo transbordamento lateral de rios ou lagos e/ou pela precipitação direta ou pelo afloramento do lençol freático, de forma que a biota responde ao ambiente físico-químico com adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas e etológicas, gerando estruturas específicas e características dessas comunidades.
25	Esteves (1998)	As AUs brasileiras podem ser definidas como zonas nas quais a vegetação ocorrente é tolerante ou adaptada a solos úmidos ou a solos que são alagados diária ou sazonalmente. Esses ecossistemas brasileiros podem ser divididos em quatro grupos: 1) áreas úmidas formadas por planícies inundadas de sistemas fluviais (várzea, igapó, pantanal, etc.); 2) áreas úmidas associadas a lagoas e lagos (brejos, zonas litorâneas etc.); 3) áreas úmidas com altos níveis de saturação hídrica e/ou acúmulo de águas de córregos (brejo, pântano, campo úmido, lameiro etc.); 4) áreas úmidas artificiais (represas, açudes e barramentos).
26	Paraná (2008)	Seguimento da paisagem constituído por solos hidromórficos, definidos como aqueles que em condições naturais se encontram saturados por água, permanentemente ou em determinado período do ano, independentemente de sua drenagem atual e que, em virtude do processo de sua formação, apresentam, comumente, dentro de 50 (cinquenta) centímetros a partir da superfície, cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas e/ou cores pretas resultantes do acúmulo de matéria orgânica.
27	Brasil (2012)	Pantanais e superfícies terrestres cobertas de forma periódica por águas, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação.
28	Minas Gerais (2013)	Pantanais e as superfícies terrestres inundadas naturalmente e de forma periódica, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação.
29	Junk et al. (2012) e	Ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos, continentais ou costeiros, naturais ou artificiais, permanentemente ou periodicamente inundados por

	Cunha et al (2015)	águas rasas ou com solos encharcados, doces, salobras ou salgadas, com comunidades de plantas e animais adaptadas à sua dinâmica hídrica. AUs devem possuir (1) presença, pelo menos periodicamente, de espécies de plantas superiores aquáticas ou palustres, e/ou (2) presença de substrato/solo hídrico.
30	Queiroz (2015)	As áreas úmidas – AUs são ambientes transicionais ou de interface entre os ambientes aquáticos e terrestres. Incluem todos os ecossistemas transicionais entre os ambientes aquáticos e terrestres, naturais ou artificiais, associados ao ciclo das águas interiores e costeiras, com o nível de água variável ou relativamente estável ao longo do tempo, cujos solos apresentam elevado grau de hidromorfismo, condicionados por águas de origem pluvial, fluvial, marinha, subterrânea ou de combinações entre elas, com contribuição de marés ou não, com comunidades de plantas e animais adaptadas à dinâmica hídrica.

### 3.4 – Considerações sobre formação e características das AUs

Há um reconhecimento geral de que a hidrologia é essencial para a existência, estrutura e funcionamento das AUs (MITSCH e GOSSELINK, 1993; 2000; 2007; TINER, 1999; HAMMER et al., 1996), e que, associada a geomorfologia, determina a sua formação. A forma, o tamanho e a profundidade das AUs são determinados pelos processos endógenos (tectônicos) e/ou exógenos (morfoclimáticos), onde o nível de base e suas alterações irão controlar a dinâmica da água superficial e subsuperficial nas AUs. Em termos globais, o clima também é considerado um fator determinante, pois em regiões mais chuvosas as AUs são mais frequentes (BRINSON, 1993; SEMENIUK e SEMENIUK, 1995; TINER, 1999; MITSCH e GOSSELINK, 2007). Assim, a associação dos fatores hidrológicos, geomorfológicos e climáticos exerce influência dominante no desenvolvimento de solos hídricos e/ou de uma vegetação adaptada (NRC, 1995). Dessa forma, pode-se dizer que as “AUs são ecossistemas específicos, cuja presença, extensão e características estruturais e funcionais dependem das peculiaridades climáticas, hidrológicas e geomorfológicas regionais” (CUNHA et al., 2015, p.34).

Para compreender o papel da água nas AUs, há questões relativas à hidrologia que estão na origem das contradições sobre quais ambientes realmente se constituem como AUs e que são necessárias para a sua identificação e delimitação, a saber: O quão úmido é uma AU? Qual é a duração e a frequência mínima da saturação ou inundação do solo de uma AU? E qual é a profundidade de saturação do solo necessária para dar origem a uma AU? (TINER, 1999). Estas questões são discutidas a seguir.

Em relação ao quão úmido é uma AU, Tiner (1999) aponta que essa questão não tem sido, aparentemente, objeto de investigação, pois a diversidade de tipos de AUs, de contextos físicos e oscilações de níveis d’água bastante variáveis, exige pesquisas de longo prazo. Além

disso, a simples presença de água em dado momento não indica a existência de uma AU, visto que não se percebe a extensão temporal de permanência da água no meio. Assim, o que se observa como principal indicativo são as condições mínimas de umidade necessárias para formar uma vegetação adaptada e/ou solos hídricos, conforme verificado em diversas definições apresentadas ao longo desse Capítulo.

A duração, a frequência e a profundidade de inundação e/ou saturação das AUs formam o seu hidroperíodo, basicamente determinado pelos seguintes fatores (MITSCH e GOSELINK, 2007):

- (1) As entradas e saídas de água;
- (2) As características geomorfológicas; e
- (3) As condições do solo/subsolo, da geologia e das águas subterrâneas.

Os fatores 1 e 2 definem as condições do balanço hídrico, enquanto o terceiro define a capacidade da AU de armazenar água. O hidroperíodo inclui, portanto, as características do ciclo da água (precipitação, evapotranspiração, infiltração, percolação, exfiltração e o escoamento superficial), bem como sua posição no relevo, sua forma e seus materiais (MITSCH e GOSELINK, 2007). Assim, pode-se dizer que o hidroperíodo é determinado pelas características hidrológicas (águas superficiais e subterrâneas) e geomorfológicas (forma, processos e materiais), com influência do tipo de substrato.

No que se refere ao tempo mínimo de duração da inundação ou da saturação do solo de uma AU, o Conselho Nacional de Pesquisa norte americano, com base na literatura científica, considerou que inundar uma área durante 14 dias consecutivos pode ser suficiente para criar um ambiente úmido, pois algumas espécies vegetais desenvolvem importantes adaptações na sua morfologia e fisionomia, que garantem sua vida em ambientes anaeróbicos (hipoxia<sup>12</sup> ou anoxia<sup>13</sup>) (NRC, 1995). As alterações vegetacionais são mais rápidas que as alterações nas características do solo.

---

<sup>12</sup> A hipoxia é definida como a redução do nível de oxigênio a níveis abaixo do ótimo, sendo a forma mais comum de estresse das plantas em solos com excesso de água. Ocorre em situações de encharcamento ou alagamento de curta duração, onde as plantas apresentam sua parte aérea em contato com o ar atmosférico e suas raízes submersas, ou em casos de encharcamento ou alagamento de longa duração, onde as raízes estão próximas à superfície da água (DIAS-FILHO, 2012).

<sup>13</sup> A anoxia é definida como a ausência completa de oxigênio em ambientes permanentemente alagados, onde as plantas ficam submersas ou com raízes muito abaixo da superfície da água (DIAS-FILHO, 2012).

Entre as adaptações morfoanatômicas mais comuns à hipoxia e à anoxia são a formação de aerênquima<sup>14</sup> e de raízes adventícias<sup>15</sup>, que atuam melhorando na captura e no transporte de ar para os tecidos submersos, auxiliando na oxidação da rizosfera<sup>16</sup> e, assim, garantindo a tolerância da planta aos períodos de excesso de água no solo (ARMSTRONG et al., 1994). Além disso, uma outra estratégia eficiente de tolerância da planta é a rápida capacidade de alongar sua parte aérea para restabelecer o contato das folhas com o ar atmosférico (BAILEY-SERRES; VOESENEK, 2008; BANACH et al., 2009; SAKAGAMI et al., 2009 apud DIAS-FILHO, 2012, p.21). Desta maneira, os mecanismos de tolerância à ausência ou deficiência de oxigênio da vegetação têm como base sua habilidade em desenvolver ou usar estratégias adaptativas. De forma geral, as AUs com longos períodos de alagamento apresentam menor riqueza de espécies vegetais do que AUs sujeitas a inundações periódicas, pois a ausência ou deficiência de oxigênio limita a frequência e a diversidade dos tipos de espécies vegetais que conseguem sobreviver nestes ambientes (MISCH e GOSELINK, 2007).

Em relação à frequência média de inundação e/ou de saturação do solo de uma AU, a referência adotada nos manuais governamentais norte-americanos tem sido, geralmente, “a maioria dos anos” ou “ao menos a cada dois anos”, principalmente onde as precipitações são mais previsíveis e regulares sazonalmente ou anualmente (TINER, 1999).

Assim, termos como permanentemente, sazonalmente ou temporariamente são bastante utilizados para descrever qualitativamente a duração e a frequência ou o hidroperíodo de uma AU (MITSCH e GOSELINK, 2007) e, por isso, são frequentes nas suas definições.

No que tange à profundidade de saturação do solo de uma AU, Tiner (1999) considera a saturação na zona de raízes das espécies típicas de AUs fundamental para definir a hidrologia desses ambientes. Na literatura internacional, há autores que definem uma profundidade de, geralmente, 50 centímetros, indicador hidrológico diretamente associado à maior parte das zonas de raízes das espécies que ocorrem em AUs, apesar de haver raízes que ultrapassam mais de 60 centímetros de profundidade (TINER, 1999).

Salienta-se que a resposta da vegetação às condições de excesso de água no solo é determinada não apenas pelo tempo de duração e profundidade da água, mas também pela fase

---

<sup>14</sup> Aerênquimas são tecidos que oferecem baixa resistência à troca de gases entre a parte aérea aeróbica e as raízes em ambiente anaeróbico, permitindo que o oxigênio se difunda a partir das folhas expostas à atmosfera, para as raízes, cercadas por solos saturados. Espécies sujeitas a alagamento frequente têm maior habilidade de adaptação, aumentando a sua proporção de aerênquimas em relação aquelas que raramente ou não sofrem alagamento (ARMSTRONG et al., 1994).

<sup>15</sup> Raízes adventícias são aquelas que tem seu desenvolvimento acima da superfície do solo, ou seja, todas aquelas que nascem e crescem a partir do caule ou até de folhas (ALMEIDA e ALMEIDA, 2014).

<sup>16</sup> A rizosfera é a porção do solo sob influência das raízes das plantas.

de desenvolvimento e do genótipo das plantas afetadas (DIAS-FILHO, 2012). No Brasil, ainda não há estudos que definem possíveis padrões de referência para duração, frequência e/ou profundidade mínima para formar uma AU, tarefa extremamente desafiadora devido à diversidade de ambientes e de espécies no território nacional.

Conforme Tiner (1999), a necessidade de se estabelecer valores hidrológicos de referência tem grande utilidade para fins legais, como na proteção de AUs com alta relevância hidrológica. Porém, dada a escassez de estudos hidrológicos de longo prazo para os diversos tipos de AUs, deve-se admitir que somente uma aproximação, em termos de valores hidrológicos mínimos, pode ser estabelecida. Deste modo, para o autor, as características da vegetação e dos solos hídricos são e provavelmente continuarão sendo os fatores, indicadores e/ou critérios mais usados na definição e nos processos identificação e/ou caracterização das AUs.

Em termos de características pedológicas, em ambientes de solo saturado o equilíbrio entre os elementos e compostos e o metabolismo microbiano é alterado, desencadeando vários processos físico-químicos e biológicos, como as reações de oxidação-redução e o acúmulo de matéria orgânica, que levam a um novo estado de equilíbrio (PONNAMPERUMA, 1972; SOUSA et al., 2009), com exceção de algumas condições como apontadas por Moormann e Van de Wetering (1985 apud TINER, 1999 s.p)<sup>17</sup>. Esse novo estado de equilíbrio apresenta microorganismos em atividade e tecidos orgânicos que podem ser oxidados e decompostos (VEPRASKAS, 2001), ocorrendo em três tipos de condições: (1) solo com prolongada ou permanente saturação por água (regime áquico ou peráquico<sup>18</sup>); (2) solo saturado submetido à drenagem (ou ao rebaixamento do lençol freático); e (3) solo temporariamente saturado nos horizontes superficiais (lençol freático suspenso; regime epiáquico<sup>19</sup>) (KAMPF e CURI, 2012).

Ao longo do tempo, as reações de oxidação-redução podem produzir alterações morfológicas distintas que persistem no solo das AUs mesmo durante períodos secos, tornando-os úteis para a identificação de solos de AUs (REDDY e DELAUNE, 2008). A redução do

---

<sup>17</sup> Moormann e Van de Wetering (1985 apud TINER, 1999 p.48) listaram quatro condições onde solos saturados podem não ser reduzidos: 1. Climas frios com temperatura média inferior a 1 ° C; 2. Solos saturados muito salinos de climas desérticos, onde a alta salinidade restringe o crescimento de microrganismos anaeróbicos; 3. Áreas com pouca ou nenhuma matéria orgânica e com moderada a alta quantidade de carbonato de cálcio, limitando a redução em regiões áridas e semiáridas; 4. Áreas de descarga de águas subterrâneas contendo partes significativas de oxigênio dissolvido.

<sup>18</sup> Áquico ou peráquico: regime de umidade em que os solos estão saturados por água praticamente todo o ano devido ao nível elevado do lençol freático.

<sup>19</sup> Epiáquico: caráter ocorre em solos que apresentam lençol freático “suspenso” temporário um pouco abaixo da superfície em algum horizonte que antecede o B e/ou no topo deste, decorrente de algum impedimento que impeça a livre percolação interna da água do solo.

ferro, por exemplo, produz feições redoximórficas<sup>20</sup>, que são úteis em campo na estimativa das condições hidrológicas dos solos, da profundidade do nível freático, das classes de drenagem, bem como na identificação de solos de AUs (KAMPF e CURI, 2012). Como exemplo, as raízes das plantas podem liberar oxigênio para a rizosfera, que, reduzida, poderá oxidar elementos químicos como o ferro, formando mosqueados<sup>21</sup> no solo.

Ademais, a relação intrínseca entre os processos pedogenéticos e hidrogeomorfológicos tem sido reconhecida como um dos principais aspectos no sentido de delimitar e caracterizar solos que apresentam características hidromórficas (TINER, 1999). Sobre a sua localização na paisagem, as formas de relevo planícies de inundação, depressões, sopés de encostas e cabeceiras de drenagem favorecem o seu desenvolvimento, já que permanecem mais tempo sob condições de saturação, podendo promover o desenvolvimento de ambientes anaeróbicos e redutores e a formação de feições redoximórficas nos solos das AUs (BEIRIGO, 2013). Destarte, quanto maior a deficiência de drenagem dos solos, maiores são as probabilidades de se formar solos hidromórficos e uma vegetação adaptada, já que em solos mal drenados a água se move mais lentamente, o que facilita as condições anaeróbicas, os processos típicos de ambientes úmidos e, conseqüentemente, o tipo de vegetação e as características do solo.

Em relação especificamente aos tipos de plantas nas AUs, estas são referidas diversas vezes como hidrófitas ou macrófitas aquáticas<sup>22</sup>, este último termo mais utilizado na literatura especializada. Dependendo das condições do habitat, as macrófitas aquáticas podem apresentar mais de uma forma de vida, o que possibilita que uma mesma espécie colonize diferentes ambientes, inclusive aqueles que apresentam maiores períodos de seca (ESTEVEVES, 2011). Além disso, a sua adaptação a diferentes profundidades de água determina uma clara zonação da vegetação aquática, que depende do grau de mudança da profundidade do corpo d'água, do tipo de substrato e das condições ambientais, como temperatura, luminosidade, vazão, turbidez e nutrientes (MITCHELL, 1974). Em uma zona típica, as plantas anfíbias e emergentes aparecem nas margens e, à medida que o corpo d'água se torna mais profundo, aparecem as espécies fixas de folhas flutuantes e, mais profundamente, as flutuantes livres e submersas

---

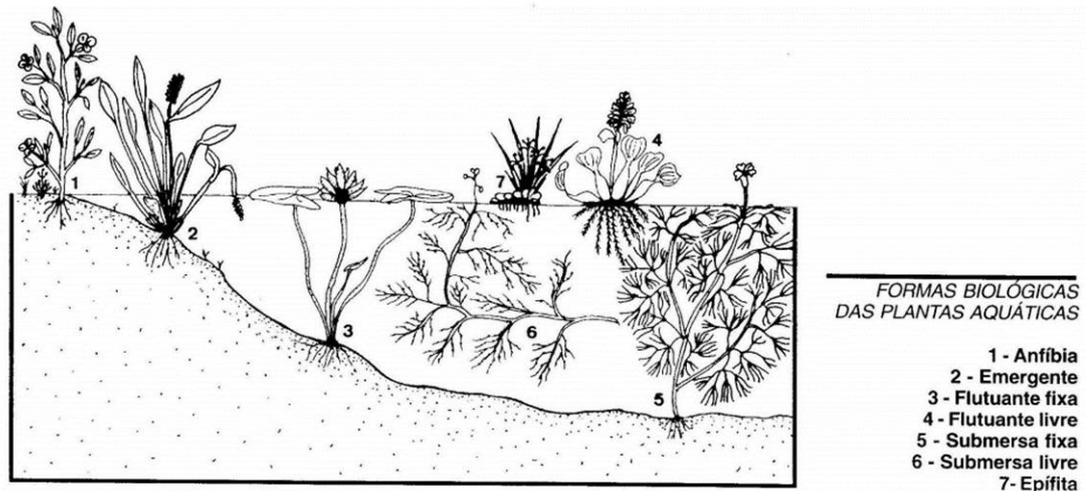
<sup>20</sup> As feições redoximórficas (ou feições redox) são originadas dos ciclos de redução e oxidação (reações de oxirredução ou reações redox), com segregação de ferro e/ou manganês, formando cores mosqueadas e/ou variegadas (EMBRAPA, 2006), plintitas e petroplintitas (GRIGOROWITSCHS, 2013), que são os principais atributos utilizados para a identificação de solos sujeitos a inundações e as reações de oxidação-redução (BEIRIGO, 2013).

<sup>21</sup> Mosqueado: manchas no solo, como vermelha, resultantes das reações de e oxirredução do ferro.

<sup>22</sup> Compreendem as formas macroscópicas de vegetação aquática, incluindo: macroalgas, musgos, espécies de pteridófitas adaptadas ao ambiente aquático e as angiospermas, oriundas de ambientes terrestres (Programa Internacional de Biologia - IBP) com adaptações para a vida na água (Scremin-Dias et al., 1999).

(TRINDADE et al., 2010). Irgang et al. (1984) propuseram uma classificação das formas biológicas das macrófitas aquáticas, conforme a figura 3.1.

Figura 3.1 – Classificação das formas biológicas de macrófitas aquáticas



Fonte: Classificação de IRGANG et al., 1984; figura adaptada por POTT e POTT, 2000.

Legenda:

- 1 - Anfíbia ou semiaquática: capaz de viver bem tanto em área alagada como fora da água, geralmente modificando a morfologia da fase aquática para a terrestre quando as águas baixam.
- 2 - Emergentes: enraizada no fundo, parcialmente submersa e parcialmente fora d'água.
- 3 - Flutuante fixa: enraizada no fundo, com caule e/ou folhas flutuantes.
- 4 - Flutuante livre: não enraizada no fundo, podendo ser levada pela correnteza e pelo vento.
- 5 - Submersa fixa: enraizada no fundo, submersa, geralmente as flores emergem.
- 6 - Submersa livre: não enraizada no fundo, submersa, geralmente as flores emergem.
- 7 - Epífita: instalam-se sobre outras plantas aquáticas.

Ressalta-se que as plantas localizadas às margens de corpos d'água e que estão sujeitas às oscilações do nível d'água (plantas anfíbias) formam o grupo mais problemático quanto à inclusão nos conceitos de macrófitas aquáticas (RIBEIRO, 2005), já que, por estarem em ambientes transicionais, são difíceis de serem definidas como terrestres ou aquáticas, pois possuem adaptações para ambos ambientes (IRGANG e GASTAL Jr., 1996 apud RIBEIRO, 2005, p.10).

#### 4 – SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS

Classificação, na perspectiva dos recursos naturais, é o agrupamento de habitats ou recursos naturais em categorias com características, propriedades ou funções semelhantes (TINER, 1999). A partir da segunda metade do século XX, diversos sistemas de classificação das AUs foram desenvolvidos e adotados por centros de pesquisa e órgãos governamentais e alguns regulamentados pelo Estado.

As AUs podem ser classificadas por meio de atributos biológicos, ecológicos, físicos, químicos, hidrológicos e/ou geomorfológicos. A escolha dos parâmetros varia conforme os objetivos envolvidos (BRINSON 1993; SMITH et al., 1995; MITSCH e GOSSELINK, 2007), tais como as necessidades no campo legal, a realização de inventários ou as informações disponíveis (TINER, 1999). Entre seus objetivos, destacam-se prover uniformidade terminológica na definição conceitual e na descrição dos tipos de AUs; organizar as unidades através de atributos físicos, ecológicos e/ou ambientais relativamente semelhantes entre si; tornar-se um instrumento para mapeamento, delimitação, descrição, avaliação e comparação das AUs para fins de pesquisa, inventário, planejamento ambiental, programas de conservação, valoração, dentre outros (SCOTT e JONES, 1995; FINLAYSON e VAN DER VALK, 1995; COWARDIN e GOLET, 1995). Assim, conforme Scott e Jones (1995), torna-se difícil desenvolver uma classificação aceitável por todos os cientistas e especialistas em AUs, em nível internacional, nacional ou regional. Finlayson e Van Der Valk (1995) estabelecem que o sistema ideal seria aquele que engloba tudo e é aceito por todos, contudo, devido à própria natureza das AUs e dos sistemas de classificação, é necessário definir limites.

Em termos de tamanho, a classificação não deve considerar somente as AUs de grande extensão, pois as pequenas cumprem funções ecológicas e ambientais importantes e, como geralmente são mais sensíveis, devem ser protegidas no âmbito legal, inclusive considerando sua distribuição local e regional na preservação de corredores ecológicos (SEMLITSCH e BODIE, 1998; SEMLITSCH, 2000). Dessa forma, as classificações devem considerar AUs com diversas dimensões para a elaboração de políticas de preservação e manejo mais efetivas (PENTEADO, 2011), ou seja, o tamanho deve constar como fator de caracterização e não como fator de classificação.

A maioria dos sistemas de classificação pode ser dividida, de forma geral, em três grandes categorias, a saber: estrutura (como as AUs são vistas), função (como as AUs funcionam) e utilidade (como as AUs são geridas). Classificações estruturais são consideradas eficazes para mapeamentos e inventários, pois baseiam-se principalmente na vegetação, que é

geralmente o primeiro critério observado em campo. Classificações funcionais são úteis para entender o funcionamento hidrológico das AUs e analisar alternativas de gestão, incluindo os efeitos de impactos negativos nas AUs. Classificações utilitárias, ainda pouco usual, enfocam a forma como as AUs são geridas para proporcionar serviços ambientais (BRINSON, 2011). Para o autor, estas abordagens são interdependentes e estão cada vez mais interligadas quando se busca avaliar sua importância para o meio ambiente e para a sociedade e estabelecer medidas de gestão e proteção. Assim, o maior desafio atual é reconhecer os valores que cada categoria pode trazer para o desenvolvimento de uma abordagem de classificação mais integrada para a gestão das AUs.

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, onde os primeiros apresentam características mais gerais, enquanto os níveis posteriores utilizam características mais específicas. 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, elas também crescem na direção horizontal para detalhar os tipos individuais de AUs, ou seja, apresentam componentes hierárquicos e não hierárquicos.

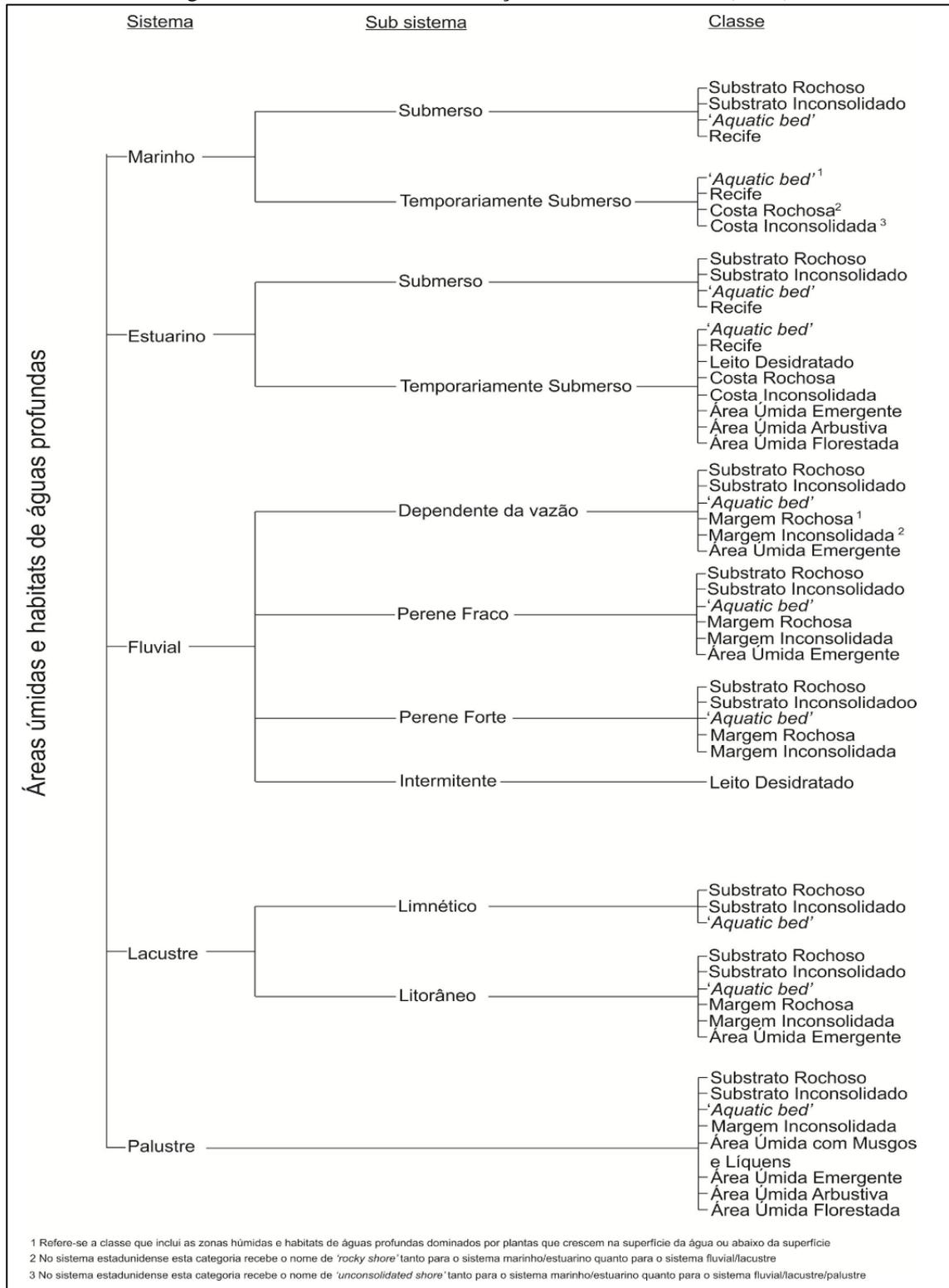
#### 4.1 – Contexto internacional

Os primeiros sistemas de classificação de AUs foram desenvolvidos para inventariar as AUs de habitats de espécies selvagens, especialmente aves aquáticas migratórias (MITSCH e GOSSELINK, 2007). Estes sistemas se baseiam, sobretudo, na fisionomia das AUs, tendo a vegetação e a hidrologia como elementos centrais para a classificação. Segundo Larson (2009), vários sistemas de classificação foram elaborados com base nestas características, com destaque para o USFWS, elaborado por Cowardin et al. (1979), e o internacional de Ramsar (SCOTT e JONES, 1995).

O Sistema de Classificação de Cowardin et al. (1979), denominado de “**Classificação de Áreas Úmidas e Habitats de Águas Profundas dos Estados Unidos**” (*Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States*) 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 organizar as AUs e os habitats de águas profundas em um sistema aplicável, prover unidades de mapeamento e proporcionar uniformidade de conceitos e termos. As AUs e as águas profundas foram consideradas 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 definição de AUs proposta por Cowardin et al. (1979) é comentada no Capítulo 3.

A classificação de Cowardin et al. (1979) é hierárquica, progredindo de sistemas e subsistemas para as classes (Figura 4.1). 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, no nível mais geral. Com exceção do Sistema Palustre, todos os outros sistemas podem incluir tanto habitat de águas profundas quanto AUs (COWARDIN et al., 1979).

Figura 4.1 – Sistema de Classificação de Cowardin et al. (1979)



Fonte: Cowardin et al. (1979) apud Machado (2014) p.21.

Os sistemas Marinho e Estuarino estão associados a salinidade da água e ao litoral, sendo que 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 sem predomínio de vegetação contidos dentro de cursos d'água. 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 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 (COWARDIN et al., 1979).

Os subsistemas abordam a frequência e/ou intensidade das inundações. Os sistemas Marinho e Estuarino podem estar submersos ou temporariamente submersos pelas marés. O Sistemas Fluvial apresenta quatro subsistemas: dependente da vazão (quando o gradiente é baixo e a velocidade da água é influenciada pelas marés), perene fraco (quando o gradiente é baixo, a velocidade da água é lenta e sem influência das marés), perene forte (quando o gradiente e a velocidade da água são elevados e sem influência das marés) e temporário (quando 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. Nesse sistema, as AUs podem ocorrer isoladamente na paisagem, sem conexão direta com a rede de drenagem, ou estarem em terrenos adjacentes, por exemplo, de lagos e cursos d'água (COWARDIN et al., 1979).

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%, a classe de substrato que é utilizada (COWARDIN et al., 1979). 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. Com objetivo de apoiar a

interpretação e utilização do sistema, a classificação também é acompanhada por uma lista de plantas e solos hídricos.

Outra classificação hierárquica, igualmente importante, mas de caráter internacional, é o **Sistema de Classificação de AUs de Ramsar**”, delineado por Scott e Jones (1995). Essa classificação se baseia, em certa medida, no sistema de Cowardin et al. (1979), com o 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, primeiramente, em três grandes sistemas, a saber: Sistema Marinho/Costeiro, subdividido em marinho, estuarino e lacustre/palustre; Sistema Interior, que pode ser fluvial, lacustre, palustre e geotermal; e o Sistema Antrópico, que pode ser aquicultura, agricultura, mineração de sais minerais e urbano/industrial. Posteriormente, foi incluído um novo sistema, o Sistema Cárstico. Os sistemas Marinho e de Interior apresentam, como subsistemas, 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 são apresentadas por diversas características, com objetivo de facilitar a identificação rápida dos principais habitats de AUs de importância internacional, o que provavelmente explica a falta de uma unidade lógica. Entre os tipos de AUs pode-se destacar as nascentes, que formam oásis, e as feições cársticas (quadro 4.1).

O quadro 4.1 a seguir mostra a classificação de Ramsar atualizada, conforme a lista hierárquica dos habitats de AUs apresentada pelas Recomendações 4.7 de 1990 e VII.11 de 1999 da Convenção, bem como a Resolução VI.5 de 1996, que incluiu as AUs cársticas e subterrâneas como um novo tipo de AU na lista de classificação de Ramsar (RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, 2013). A tabulação das características dos sistemas Marinho e Interior é apresentada, respectivamente, nos quadros 4.2 e 4.3 seguintes.

Quadro 4.1 - Sistema de Classificação de Ramsar dos tipos de AUs

<b>Marinho / Costeiro</b>	<b>Marinho</b>	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 - Leitões aquáticos submersos pelas marés; inclui leitões de algas, de plantas e campos marinhos tropicais.	
			C - Recifes de coral.	
		Temporariamente submerso	D – Costas marinhas rochosas; inclui ilhas rochosas, falésias.	
	<b>Estuarino</b>	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.	
<b>Interior / Continental</b>	<b>Fluvial</b>	Permanente	L - Deltas interiores permanentes.	
			M – Rios, córregos e riachos permanentes; inclui cachoeiras.	
			Y - Nascentes de água doce; oásis.	
	<b>Lacustre</b>	Permanente	N - Rios, córregos e riachos sazonais, intermitentes e irregulares.	
			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.	
			Q - Lagos salinos, salobros e alcalinos permanentes (> 8 ha).	
		Intermitente e Sazonal	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.	
			Ss – Piscinas e pântanos salinos, salobros, alcalinos, sazonais e intermitentes.	
		<b>Palustre</b>	Permanente e Sazonal	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.				

		<p>Xf - Áreas úmidas de água doce dominadas por árvores; inclui florestas pantanosas/brejosas de água doce, florestas sazonalmente inundadas, pântanos arborizados em solos inorgânicos.</p> <p>Xp - Turfeiras arborizadas; florestas de turfa.</p> <p>W - Áreas úmidas dominadas por plantas arbustivas; pântanos e brejos arbustivos e de água doce, arvoredos amieiros em solos inorgânicos</p>
	Intermitente e Sazonal	<p>Ss - Piscinas e pântanos salinos, salobros, alcalinos, sazonais e intermitentes.</p> <p>Ts - Pântanos e piscinas de água doce sazonais e intermitentes em solos inorgânicos; inclui campos, bacias e pântanos de transição sazonalmente inundados.</p> <p>Y - Nascentes de água doce; oásis.</p> <p>Xf - Áreas úmidas de água doce dominadas por árvores; inclui florestas pantanosas/brejosas de água doce, florestas sazonalmente inundadas, pântanos arborizados em solos inorgânicos.</p>
	<b>Geotérmicos</b>	Zg - Áreas úmidas geotérmicas
	<b>Artificiais / Antrópicos</b>	<p>1 - Aquicultura ou açudes para a criação por exemplo, de peixes</p> <p>2 - Açudes; inclui tanques de cultivo, tanques de estoque, tanques de pequeno porte; (geralmente abaixo de 8 ha).</p> <p>3 - Terras irrigadas; inclui canais de irrigação e campos de arroz.</p> <p>4 - Terras agrícolas inundadas sazonalmente (incluindo campos ou pastagens molhadas manejadas).</p> <p>5 - Locais de exploração sal; bacias salinas, etc.</p> <p>6 - Áreas de armazenamento de água; reservatórios, barragens, represas (geralmente com mais de 8 ha).</p> <p>7 - Escavações; cascalheiras, argila; áreas de empréstimo e piscinas de mineração.</p> <p>8 - Áreas de tratamento de águas residuais; tanques de decantação, bacias de oxidação, etc.</p> <p>9 - Canais e canais de drenagem, valas.</p>
	<b>Cársticos</b>	<p>Zk (a) - Carste e outros sistemas subterrâneos marinhos/costeiros.</p> <p>Zk (b) - Carste e outros sistemas hidrológicos subterrâneos, no interior.</p> <p>Zk (c) - Carste e outros sistemas hidrológicos subterrâneos feitos pelo homem.</p>

Fonte: Adaptado de Scott e Jones (1995) e Ramsar Convention Secretariat (2013).

Quadro 4.2 - Características das AUs dos Sistemas Marinhos

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

Fonte: Ramsar Convention Secretariat, 2013.

Quadro 4.3 - Características das AUs dos Sistemas Interiores

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

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.

#### **4.1.1 – Parâmetros hidrogeomorfológicos para a classificação das AUs**

Ao longo da década de 1990, os parâmetros geomorfológicos e hidrológicos para a classificação das AUs começaram a ganhar espaço, tanto no meio científico quanto legal, nas categorias estrutural e funcional, para avaliar suas funções ambientais. Para 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.

Propostas de classificação por meio de parâmetros hidrológicos e geomorfológicos foram desenvolvidas por diversos autores, com destaque para Semeniuk e Semeniuk (1987; 1995; 2011), Brinson (1993; 2009) e Smith et al. (1995). Segundo esses autores, a vegetação não deve ser o principal 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. Assim, esses fatores ocupam os níveis iniciais dessas propostas de classificação.

Com base nos tipos de AUs da Austrália Ocidental, Semeniuk e Semeniuk (1987; 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. O tamanho, a forma e a profundidade das AUs são determinados pela geomorfologia, sendo fundamental que se considere primeiramente a escala de abordagem para a classificação do tamanho das AUs (SEMENIUK e SEMENIUK 1987; 1995; 2011).

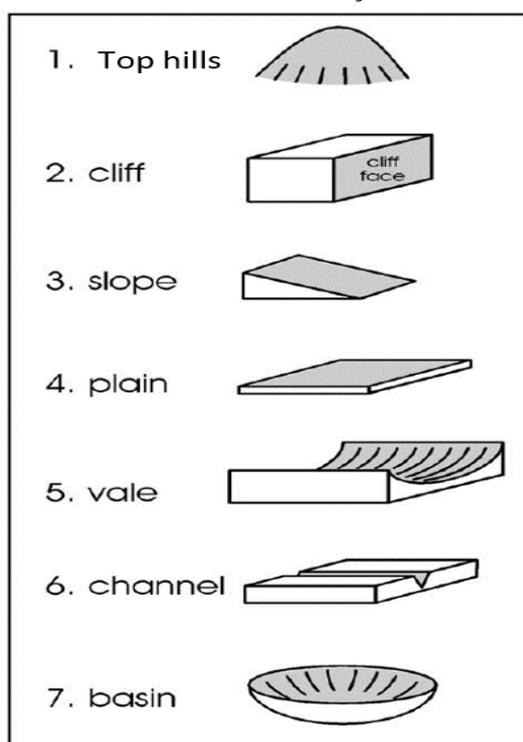
Para os autores, os fatores estruturantes tendem a ser menos dinâmicos e mutáveis ao longo do tempo em relação aos biológicos, o que permite categorizar as AUs em classes mais estáveis, mesmo quando são substancialmente alteradas pela remoção da vegetação e/ou dos solos. Dessa forma, consideram que podem ser utilizados como base para qualquer estudo, seja hidrológico, geológico, geográfico, botânico, zoológico, etc., contornando, assim, o problema da propagação de vocabulários específicos ou regionais que dificultam o entendimento e a comparação entre AUs. Ainda, Semeniuk e Semeniuk salientam que o controle global da distribuição e abundância das AUs no mundo é climático, já que são mais numerosas em ambientes úmidos e tornam-se menos frequentes nos climas mais secos. 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 (SEMENIUK e SEMENIUK, 1987; 1995; 2011).

Na classificação proposta, são apresentados sete tipos de contextos morfológicos das AUs<sup>23</sup>: 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 4.2).

---

<sup>23</sup> 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 bacias/formas abauladas. Ou seja, na classificação de 2011 foram acrescidos os tipos escarpas e vales.

Figura 4.2– Tipos de formas de relevo conforme classificação de Semeniuk e Semeniuk (2011)



Fonte: Semeniuk e Semeniuk (2011 p.452).

Os regimes hidrológicos (ou hidroperíodo) das AUs, classificadas dentro desses sete tipos de formas de relevo são, por sua vez, divididos em cinco categorias: inundação permanente, saturação/encharcamento permanente, inundação sazonal, saturação/encharcamento sazonal, e inundação intermitente, devendo ser selecionado aquele que apresenta condições prevaletentes ao longo do tempo. A inundação efêmera é desconsiderada, pois raramente suporta vida aquática macroscópica (SEMENIUK e SEMENIUK, 1995; 2011). 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.

O Quadro 4.4 apresenta as prováveis combinações entre formas de relevo e os regimes hídricos, consideradas unidades primárias na classificação, e suas respectivas características de entradas de água, de processos físicos e do substrato.

Quadro 4.4- Tipo de formas do relevo e principais características físicas associadas

<b>Tipo de formas de relevo</b>	<b>Regime hidrológico</b>	<b>Entradas de água</b>	<b>Processos físicos</b>	<b>Solo / substrato</b>
<b>Topos de morro</b> ( <i>hill top</i> )	Encharcamento permanente ou sazonal	Precipitação direta, ressurgência e acúmulo de água	Intemperismo, deposição eólica	Solo, saprolitos e turfeiras
<b>Escarpas, como falésias e penhascos</b> ( <i>cliff</i> )	Encharcamento permanente ou sazonal	Escoamento superficial e infiltração/percolação	Intemperismo, acresção biogênica	Depósitos minerais e matéria orgânica
<b>Encosta</b> ( <i>slope</i> )	Encharcamento permanente ou sazonal	Precipitação direta, infiltração/percolação e escoamento superficial	Coluvionamento e acumulação in situ	Depósitos minerais e matéria orgânica
<b>Vale</b> ( <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
<b>Canais</b> ( <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
<b>Planícies</b> ( <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
<b>Bacia, depressões, formas abauladas</b> ( <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

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.

Para Finlayson e Van Der Valk (1995), o sistema de Semeniuk e Semeniuk (1995) é inovador, pois além de incorporar critérios hidrológicos e geomorfológicos, foi disseminado pelo mundo 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

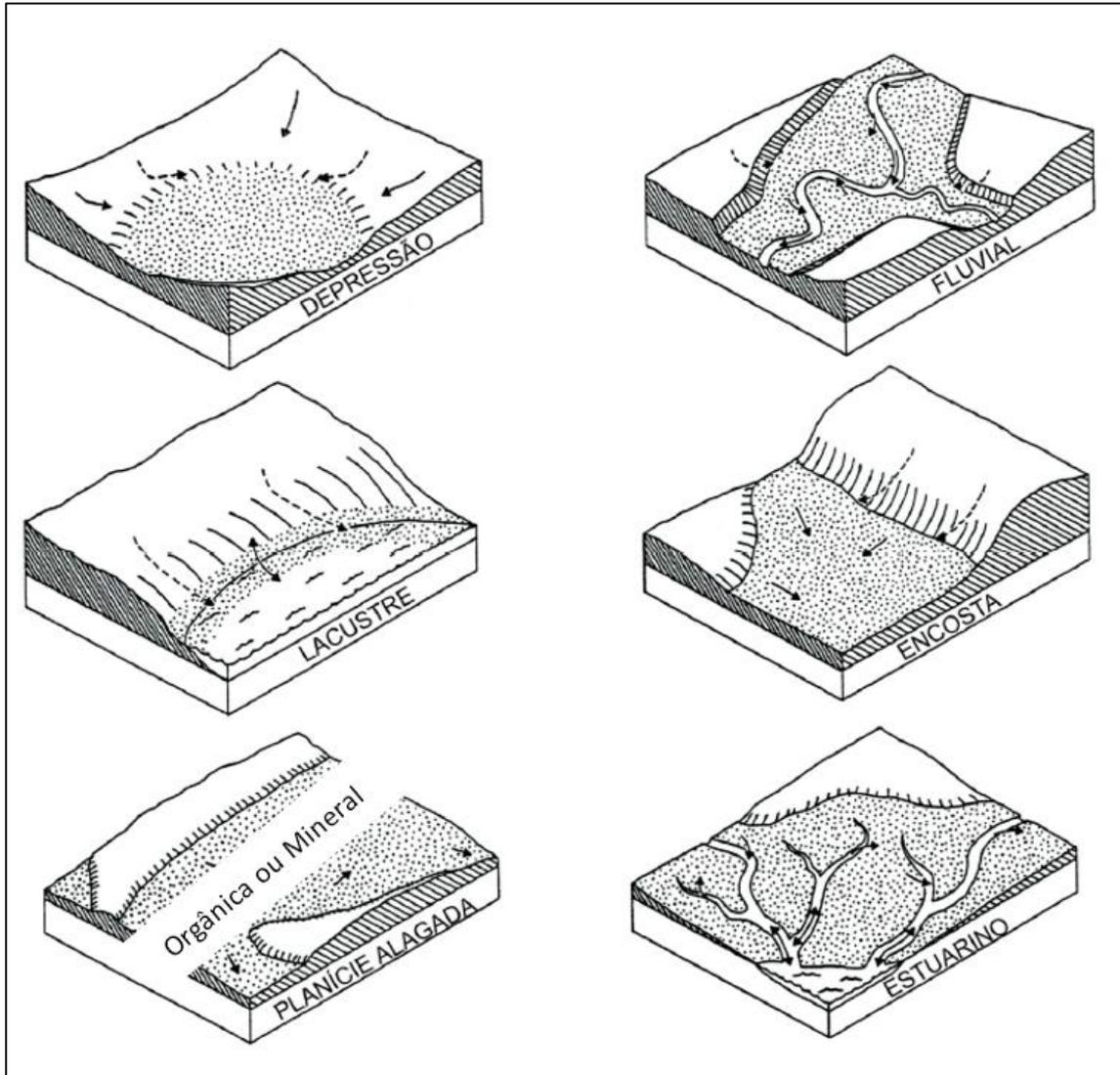
de classes que cobre a diversidade global das AUs no primeiro nível de classificação é relativamente limitado.

Atualmente, muitos cientistas consideram que a avaliação HGM na classificação de AUs é uma abordagem funcional (NRCS, 2008). A avaliação funcional, conhecida como **abordagem hidrogeomorfológica (*HGM approach*)**, foi desenvolvida por Brinson (1993) e expandida por Smith et al. (1995). Apresenta aspectos associados à origem da água e ao funcionamento das AUs na paisagem e é utilizado em manuais governamentais de estados norte americanos e também internacionalmente como base de diversos Sistemas de Classificação de AUs para fins de inventário, gestão, proteção e/ou valoração ambiental, especialmente dos recursos hídricos. Brinson (1993) desenvolveu a classificação HGM para auxiliar na realização de avaliações funcionais de AUs, reconhecendo que o sistema de Cowardin et al. (1979) não aborda determinados recursos abióticos que estão diretamente ligados a muitas funções das AUs.

A abordagem HGM possui o principal objetivo de mostrar como as alterações nas AUs afetam a sua condição e funcionamento, “o que é interessante, pois as AUs naturais apresentam inúmeras variações nas funções e no nível em que as desempenham” (BRINSON, 2009, p.488). Assim, a classificação procura identificar grupos de AUs que funcionam de forma semelhante, auxiliando a identificação das 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 –, que formam, assim, a abordagem HGM de classificação (BRINSON et al., 1993; SMITH et al., 1995; BRINSON, 2009). O contexto geomorfológico refere-se à morfologia da AU e sua posição topográfica na paisagem. Estão subdivididas em sete classes, a saber: Fluvial (*Riverine*); Depressão (*Depressional*); Encosta (*Slope*); Lacustre (*Fringe Lacustrine*); Estuarino (*Fringe Estuarine*); Planície alagada orgânica (*Flats Organic*); e Planície alagada mineral (*Flats Mineral*) (modificado de BRINSON et al., 1993 e SMITH et al., 1995; NRCS, 2008; BRINSON, 2009) (Figura 4.3).

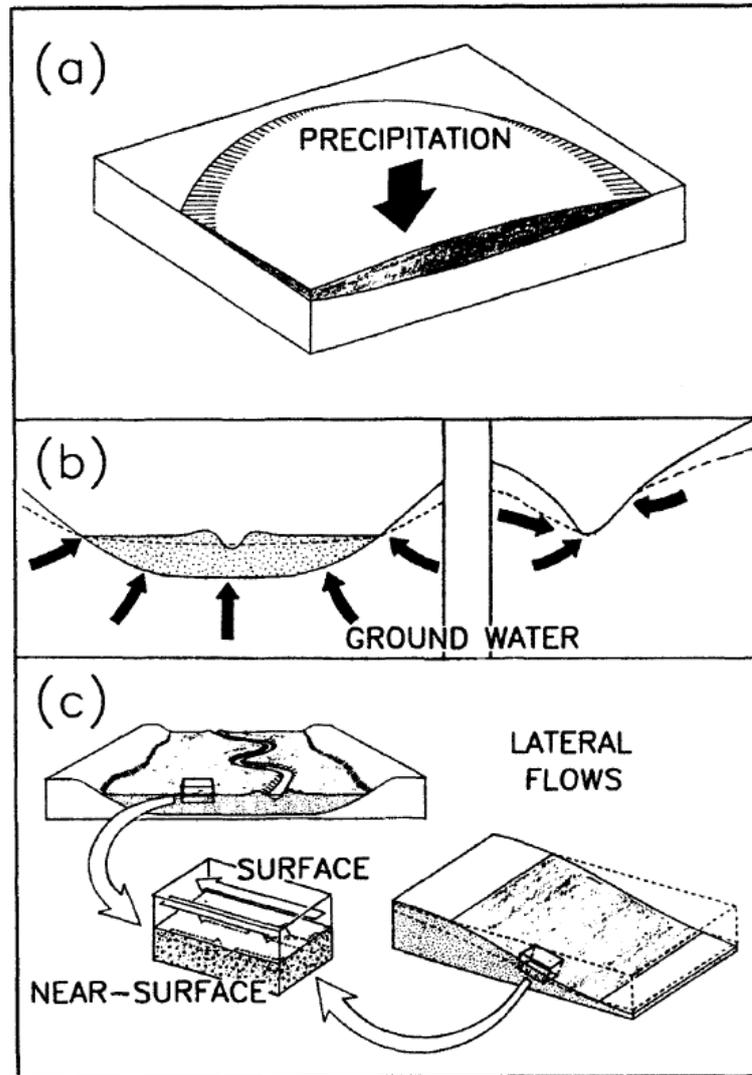
Figura 4.3- Configurações geomorfológicas das Classes HGM propostas por Brinson (1993) e Smith et al. (1995)



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) (Figura 4.4).

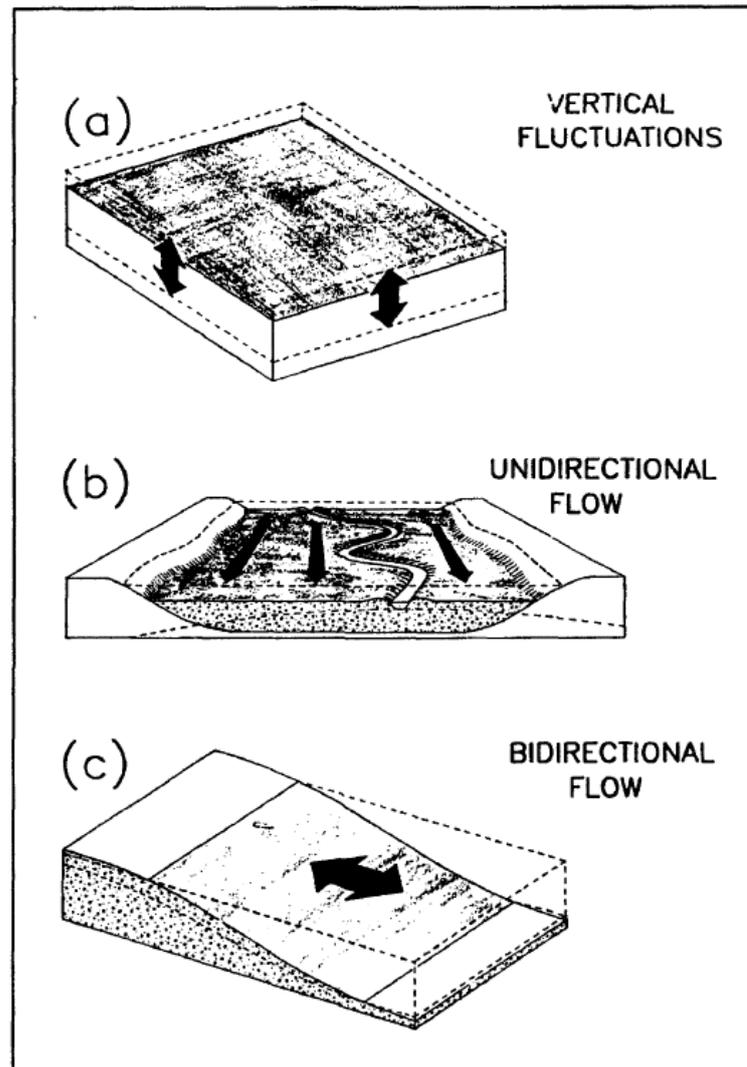
Figura 4.4 - Principais fontes de entrada de água das AUs



Fonte: Brinson, 1993, p.33.

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 (BRINSON, 1993; SMITH et al., 1995) (Figura 4.5).

Figura 4.5- Principais categorias hidrodinâmicas



Fonte: Brinson, 1993, p.44.

Foram delimitadas por Brinson (1993) e Smith et al. (1995) sete classes HGM, com base nas suas principais características funcionais (Quadro 4.5). 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 (BRINSON, 1993).

Quadro 4.5 - Definição das Classes HGM

Classes HGM	Descrição
<b>Fluvial</b> <i>(Riverine)</i>	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.
<b>Depressional</b> <i>(Depressional)</i>	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.
<b>Encosta</b> <i>(Slope)</i>	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.
<b>Estuarino</b> <i>(Fringe Estuarine)</i>	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.
<b>Lacustre</b> <i>(Fringe Lacustrine)</i>	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.
<b>Planície alagada formada por solo mineral</b> <i>(Flats Mineral)</i>	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.
<b>Planície orgânica alagada ou Turfeira</b> <i>(Flats Organic; extensive peatlands)</i>	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.

Adaptado de Brinson et al. 1993; SMITH et al. 1995; NRCS, 2008; Brinson, 2009.

O desenvolvimento da avaliação funcional inicia-se com a aplicação dos critérios HGM no nível das subclasses, para AUs de referência<sup>24</sup> de uma determinada região<sup>25</sup>. A formação das subclasses é flexível em função da própria natureza da classificação HGM, que permite trabalhar em diferentes escalas de resolução, dependendo da região e das classes existentes. As subclasses também podem vir acompanhadas por características geomorfológicas e hidrológicas, como: tipos de feições geomorfológicas presentes (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, tamanho da bacia, largura da planície de inundação, inclinação da encosta e nível de salinidade da água (SMITH et al., 1995).

Dessa forma, enquanto a classe HGM fornece uma visão geral do contexto de localização e do funcionamento hidrológico da AU na paisagem, a subclasse tende a fornecer detalhes sobre as características HGM da AU. 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).

Uma limitação do uso das AUs de referência é a necessidade da existência de AUs poucas alteradas e representativas de toda uma subclasse (BRINSON, 2011; BROOKS et al. 2013). Outra limitação do método é que as AUs, sendo de referência ou não, geralmente apresentam variações hidrodinâmicas internas em função da variabilidade espaço-temporal tanto do comportamento das águas superficiais e/ou subsuperficiais, quanto das interfaces com os ecossistemas terrestres e aquáticos adjacentes (MALTBY et al., 2009).

A Comissão Europeia (*EU Commission*) financiou um projeto para desenvolver um método de avaliação funcional das AUs, denominado de **Unidades Hidrogeomorfológicas Distintas - HGMUs (*Hydrogeomorphic Units - HGMUs*)**, com o objetivo de avaliar como diferentes partes das AUs funcionam em diferentes contextos da paisagem. A HGMU foi formalmente definida como “uma unidade de paisagem, com geomorfologia e regime hidrológico uniformes, onde os solos também são uniformes como reflexo da hidrologia e da geomorfologia” (MALTBY et al., 2009 p.524). Os critérios hidrogeomorfológicos são a forma de relevo e a dinâmica dos fluxos de água e o solo é utilizado como um indicador de longo prazo das condições HGM.

---

<sup>24</sup> AUs de referência: São padrões selecionados para AUs de referência, que apresentam uma ampla gama de características de uma subclasse regional, correspondendo ao nível mais alto de funcionamento de todo o conjunto das funções desempenhadas pela subclasse (SMITH et al, 1995).

<sup>25</sup> Região: Uma área geográfica que é relativamente homogênea no que diz respeito a fatores que possam influenciar o funcionamento das AUs (SMITH et al, 1995).

Brinson (2009; 2011) considera que a aplicação do método HGMU pode ser extremamente difícil ou mesmo inviável devido à falta ou ausência de informações detalhadas sobre o funcionamento interno das AUs, da necessidade de aplicar o método em várias escalas e das próprias variáveis que o compõem, que não são restritas dentro dos contornos das AUs. Para o autor, deve-se questionar em qual escala a AU começa a apresentar padrões significativos de mudança que podem contribuir para um sistema de classificação. Além disso, argumenta que o processo de avaliação de AUs pode se beneficiar bastante com o estabelecimento de uma rede nacional de AUs de referência, que funcionariam como base para comparações.

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. Mas há classificações HGM que dão maior ênfase aos processos geomorfológicos que formam as AUs do que suas funções desempenhadas.

Enfatizando as abordagens funcionais na escala da paisagem, Larson (2009) considera que estas 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:

1. 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 (BRINSON, 1988 apud LARSON, 2009, p.472). 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. Esta avaliação preliminar indica quais AUs merecem maior atenção em termos de controle da poluição das águas superficiais.
2. 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.

3. 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. Já o potencial de descarga pode ser avaliado pela presença de áreas de exfiltração/surgência 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.
4. Manutenção de cursos d'água: as AUs podem atuar na manutenção de cursos d'água desempenhando um papel fundamental no equilíbrio hidrológico dos cursos d'água, pois, ao participar do controle do fluxo do nível freático, a água armazenada será liberada aos poucos mantendo a perenização dos corpos d'água a jusante.
5. 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.

Para esta avaliação, é necessário obter as seguintes informações em escritório e em visitas de campo: configuração do relevo, delimitação do tamanho da AU, fontes de entrada de água, conectividade ou não da AU com a rede de drenagem, posição da AU em relação à ordem do curso d'água, tipo de geologia superficial e comportamento hidrológico da AU. Salienta-se, contudo, que a precisão e o nível de detalhe obtido dependem, em grande parte, do período climático e do tipo de informações secundárias disponíveis. Essa avaliação por categoria, juntamente com as informações de tamanho e da relevância em termos ecológicos, ambientais

ou econômicos das AUs, podem ser critérios de mapeamento e inventário nacional de AUs (LARSON, 2009).

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 locais e desenvolver planos de mitigação. Contudo, pode apresentar limitações, pois a ausência de informações detalhadas e precisas, como as provenientes de monitoramento hidrológico, pode dificultar ou mesmo impedir o entendimento do comportamento hidrogeomorfológico de determinada área, sobretudo das de maior complexidade hidrológica.

Neste contexto, Brooks et al. (2013) ressaltam a importância de se definir a escala de abordagem para definir o comportamento hidrológico das AUs, respondendo questões como: é considerada como AU toda a planície de inundação de um curso d'água ou somente as porções que ficam permanentemente ou sazonalmente alagadas?; a manutenção hidrológica de uma AU se dá somente por inundação ou há contribuições de águas subterrâneas e/ou da precipitação? Dessa forma, considera-se que definir o recorte escalar, compreender o contexto geomorfológico e identificar as principais entradas e saídas da água dentro de uma AU são ações fundamentais para avaliar seu funcionamento e auxiliar nas medidas de proteção.

Conforme observado, o sistema de classificação de Cowardin et al. (1979) pouco considera as diferenças geomorfológicas e as funções das AUs na paisagem. Por exemplo, nesse sistema uma AU arbustiva localizada em uma planície de inundação pode apresentar a mesma classificação que uma AU arbustiva margeando um lago e/ou uma AU associada ao escoamento pluvial em uma encosta, pois suportam habitats semelhantes, sendo todos classificados como sistemas palustres (NRCS, 2008). Assim, com base no sistema de Cowardin et al. (1979) entende-se como a AU se configura, e com base na abordagem HGM entende-se como a AU funciona (BRINSON, 1993; SMITH et al., 1995; NRCS, 2008.).

Com o grande interesse na classificação HGM, o USFWS, onde a classificação de Cowardin et al. (1979) foi desenvolvida, reconheceu a necessidade de expandir o mapeamento e a caracterização das AUs, de forma a auxiliar os usuários na compreensão de suas funções (TINER, 1999). Por outro lado, Brinson (2003 apud NRCS, 2008, p. 6) recomendou que algumas características dos tipos de solo e vegetação fossem incorporadas à classificação HGM, pois podem influenciar, dependendo do caso, a amplitude das funções das AUs. Por exemplo, uma planície de inundação arbórea irá controlar melhor a inundação do que uma planície de inundação com características HGM semelhantes, mas com vegetação herbácea. Por sua vez, a textura e o pH do solo influenciam o tipo de vegetação.

De acordo com Brooks et al. (2013), quando o sistema HGM é integrado ao sistema de Cowardin et al. (1979), este passa a fornecer um quadro geral da estrutura e do funcionamento de diferentes tipos de AUs, ou seja, AUs enquadradas na mesma classe HGM apresentam estrutura e funções semelhantes. Além disso, identificando e compreendendo a distribuição das subclasses HGM das AUs em determinada bacia hidrográfica, é possível avaliar a forma como as AUs potencialmente contribuem para a manutenção dos recursos hídricos e/ou como possíveis impactos ambientais podem alterar as suas funções. Dessa forma, salientam que o método HGM de classificação das AUs é uma ferramenta científica de auxílio na elaboração de medidas de proteção e/ou recuperação de bacias hidrográficas. Os autores ainda sugerem que os sistemas de classificação locais ou regionais sejam acompanhados de exemplos representativos de AUs que tipificam cada classe e subclasses principais, e que exibem características que melhor definem um tipo específico de AU para dada região.

A seguir é apresentado, resumidamente, o guia de classificação das AUs interiores sul-africano.

#### **4.1.2 – Estudo de caso: Guia do Sistema de Classificação das AUs da África do Sul**

A África do Sul aderiu a Convenção de Ramsar em 1975. Em 2004, foi criada a Lei Nacional de Gestão Ambiental da Biodiversidade, que estabeleceu o Instituto Nacional de Biodiversidade da África do Sul (SANBI), uma organização legal independente, que lidera e coordena pesquisas, monitoramentos, programas e relatórios sobre o estado da biodiversidade no país, com apoio de órgãos governamentais e centros de pesquisa. Desde 2005, o SANBI vem desenvolvendo documentos para a classificação das AUs sul-africanas, com o objetivo de facilitar o uso de uma terminologia comum entre cientistas e gestores e aplicações diversas, com destaque para o inventário nacional dos diferentes tipos de AUs e a proteção e gestão dessas áreas.

O primeiro sistema de classificação preliminar sul-africano, referido como o Sistema Nacional de Classificação das Áreas Úmidas (NWCS), foi publicado em 2006. Em 2009 foi publicada uma versão mais refinada e que incluiu os outros ecossistemas aquáticos (marinhos, estuarinos e interiores) (SANBI, 2009). Em 2013, foi publicado por Ollis et al. (2013) e coordenado pelo SANBI um manual detalhado de classificação dos sistemas interiores, denominado de **Sistema de Classificação para Áreas Úmidas e outros Ecossistemas Aquáticos da África do Sul**, que é aberto ao avanço dos estudos e inventários das AUs sul-

africanas. A diferenciação dos termos AUs e ecossistemas aquáticos (sendo as AUs um tipo de ecossistema aquático) teve como objetivo englobar o maior número de ecossistemas possíveis na classificação, incluindo aquelas definidas pela Convenção de Ramsar, mas também distingui-las daquelas propostas pela Lei Nacional das Águas da África do Sul (apresentada no quadro 3.6).

Em um sistema composto por seis níveis de classificação, SAMBI (OLLIS et al., 2013) apresenta como ponto central o quarto nível, formado pelas Unidades Hidrogeomorfológicas (*HGM Units*), pois são as características HGM que determinam o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, independentemente do clima, solos, vegetação ou origem (SEMENIUK e SEMENIUK, 1995; FINLAYSON et al., 2002; ELLERY et al., 2008; KOTZE et al., 2008 apud OLLIS et al., 2013, p.4). Assim, os três primeiros níveis caracterizam o contexto fisiográfico para auxiliar o agrupamento de Unidades HGM semelhantes no Nível 4, e os dois níveis posteriores 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. Podem apresentar salinidade expressiva na água ou no solo por ter tido uma ligação pretérita ou recente com o mar (OLLIS et al., 2013).

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. A importância da contextualização regional é de fornecer indicadores de quais tipos de AUs podem ser esperados. Os atributos devem ser escolhidos com base nos mapas disponíveis para a região e a escala adotada. Salienta-se que a verificação em campo terá sempre precedência final (OLLIS et al., 2013).

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. Sua inclusão é justificada em função da forte influência da topografia nos processos hidrológicos, hidrodinâmicos e geomorfológicos e do seu auxílio no mapeamento digital para classificação das AUs, em nível nacional e regional. Os autores reconhecem, basicamente, quatro Unidades de Paisagem, a saber:

- Encosta (*Slope*): trecho inclinado da superfície geralmente constituindo uma parte de uma elevação e de um vale.

- Vale (*Valley floor*): base de um vale, situado entre duas encostas, onde geralmente predominam processos fluviais.
- Planície (*Plain*): área suavizada, com baixa declividade. O gradiente típico é inferior a 0.01 ou 1:100.
- Superfícies planas elevadas (*Bench*): áreas relativamente mais elevadas que o seu entorno, como patamares e topos de morro (*hilltop / saddle / shelf*), mas que são menos extensas que as planícies (*plain*).

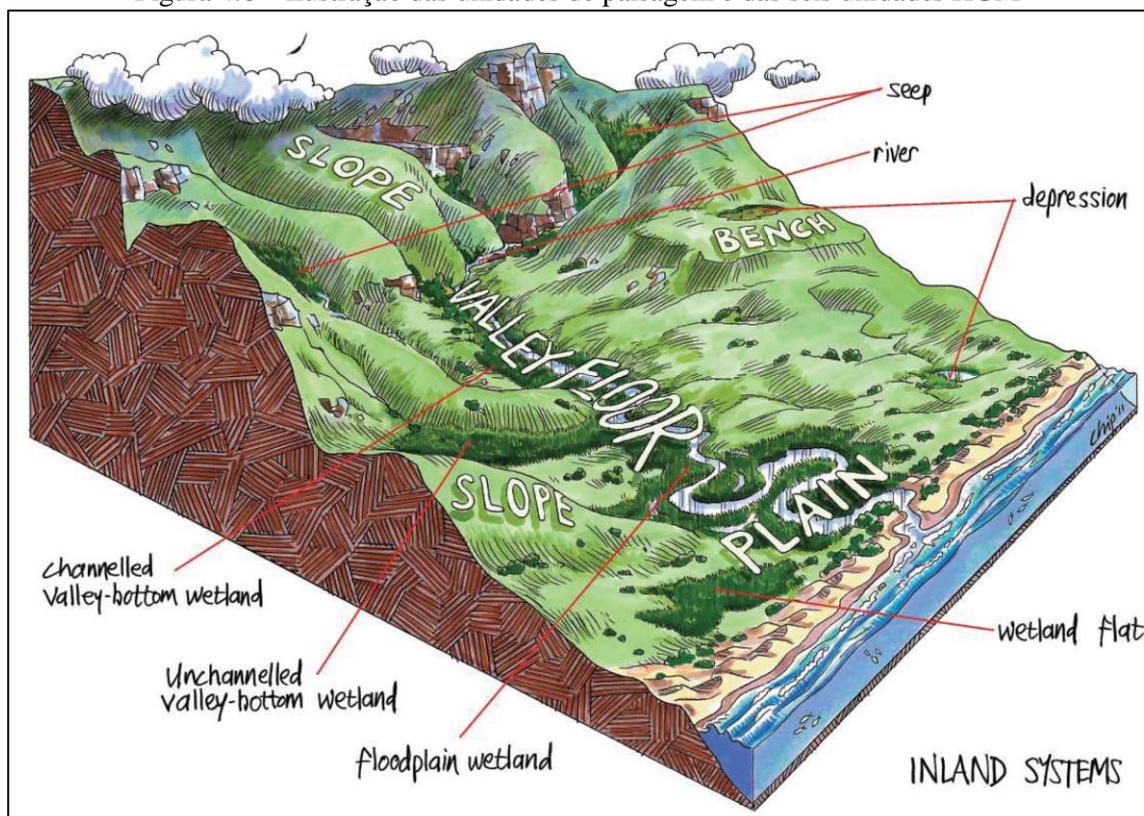
O Nível 4 (*Hydrogeomorphic Unit*), representado pelas Unidades Hidrogeomorfológicas (Unidades HGM), foi classificado quanto:

(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. Juntos, esses fatores afetam os processos geomorfológicos e biogeoquímicos atuantes dentro das AUs (OLLIS et al., 2013, p.18).

Ollis et al. (2013) definiram seis Unidades HGM primárias para as AUs: AUs de planícies alagadas (*Wetland flats*); AUs de planícies de inundação (*Floodplain wetlands*); AUs de fundos de vale com curso d'água (*Channelled valley-bottom wetlands*); AUs de fundos de vale sem curso d'água (*Unchannelled valley-bottom wetlands*); AUs de Depressões (*Depressions*) e AUs de Surgências (*Seep*).

A figura 4.6 ilustra as Unidades de Paisagem (Nível 3) e as Unidades HGM (Nível 4), que são apresentadas individualmente em sequência.

Figura 4.6 – Ilustração das unidades de paisagem e das seis unidades HGM



Fonte: Ollis et al. (2013 p.17). Nota: A figura representa também uma sétima unidade para rios (*rivers*), outro tipo de ecossistema aquático.

#### 1. AUs de áreas alagadas (*wetland flats*):

Apresentam relevo plano ou muito suave, não são alimentadas por cursos d'água e não estão conectadas à rede de drenagem. Curvas de nível fechadas também não são evidentes em suas bordas. No Nível 3, geralmente situam-se em planícies ou em superfícies planas elevadas. As fontes de água dominantes são pluviais. Podem apresentar também exfiltração da água subsuperficial em função da oscilação do nível freático. A água, quando presente, se movimenta através de fluxos difusos superficiais e/ou oscilações verticais, associados com os processos de precipitação, percolação de águas subsuperficiais e infiltração. As saídas de água do sistema geralmente ocorrem por evapotranspiração e infiltração. A figura 4.7 ilustra um exemplo de AU de planície alagada.

Figura 4.7 – AU de planície alagada



Fonte: Carl Richter, Agulhas Plain. In: Ollis et al. 2013, p.13.

## 2. AUs de planícies de inundação (*Floodplain wetlands*):

Apresentam topografia predominantemente plana ou suavemente ondulada e formas deposicionais fluviais ativas e suaves, que retratam processos de deposição durante as inundações, como barras de pontal, diques marginais, depósitos de meandros abandonados e de lagoas. Nem todas as partes ou feições da planície de inundação são AUs, como as próprias barras de pontal e os diques marginais (feições bem drenadas). Estão conectadas à rede de drenagem. No Nível 3, geralmente situam-se nas planícies ou em vales relativamente mais amplos e de baixo gradiente.

As entradas de água dominantes são provenientes de inundações e/ou da percolação subsuperficial do curso d'água para a AU. Podem apresentar exfiltração da água subsuperficial em função da oscilação do nível freático. A água se movimenta, principalmente, através de fluxos superficiais difusos, embora possa ocorrer ocasionalmente fluxos concentrados de curta duração durante inundações. Além disso, pode haver armazenamento temporário de água em AUs de depressões. As saídas de água geralmente ocorrem por evapotranspiração, infiltração e

percolação da água da planície para o canal ou para o nível freático. A figura 4.8 ilustra uma AU de planície de inundação.

Figura 4.8 - AU de planície de inundação



Fonte: Donovan Kotze, Seekoeivlei. In: Ollis et al. 2013, p.27.

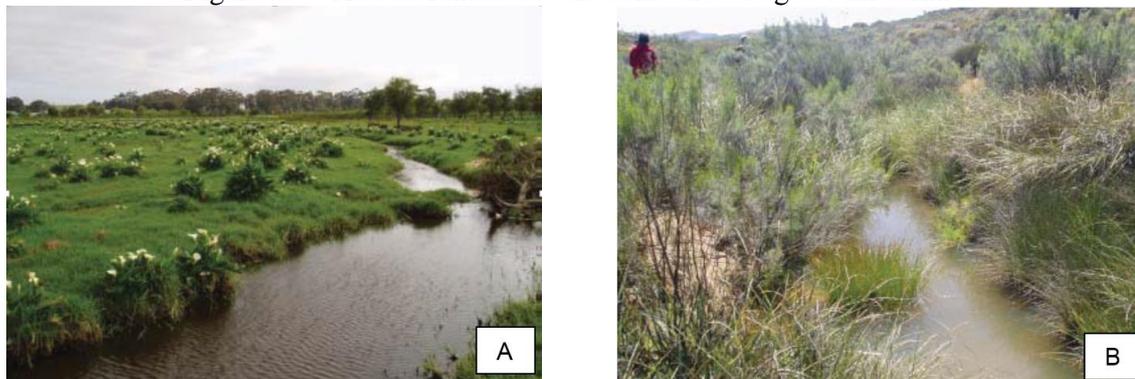
3. **AUs de fundos de vale com curso d'água bem definido (*Channelled valley-bottom wetlands*):**

Apresentam topografia predominantemente plana ou suavemente ondulada e estão conectadas à rede de drenagem constituída por um curso d'água bem definido com fluxo concentrado. Apesar de serem áreas de acumulação de sedimentos ou de águas, apresentam nenhuma ou poucas formas deposicionais fluviais típicas de planícies, visto que não são formadas por inundações e processos deposicionais em larga escala. No Nível 3, geralmente situam-se nos vales.

As entradas de água dominantes são provenientes de inundações e/ou da percolação da água do curso d'água para as AUs. Também há entradas por escoamento superficial e percolação das águas das áreas adjacentes. Podem apresentar exfiltração da água subsuperficial em função da oscilação do nível freático. A água se movimenta, principalmente, através de fluxos superficiais difusos, embora possa ocorrer ocasionalmente fluxos concentrados de curta

duração durante inundações. Os *outputs* hídricos geralmente ocorrem por escoamento difuso, evapotranspiração, infiltração e percolação da AU para o canal ou para o nível freático. A figura 4.9 ilustra exemplos de AUs de fundos de vale com curso d'água bem definido.

Figura 4.9 - AUs de fundos de vale com curso d'água bem definido



Fonte: Dean Ollis, Mosselbank River. In: Ollis et al. 2013, p.27.

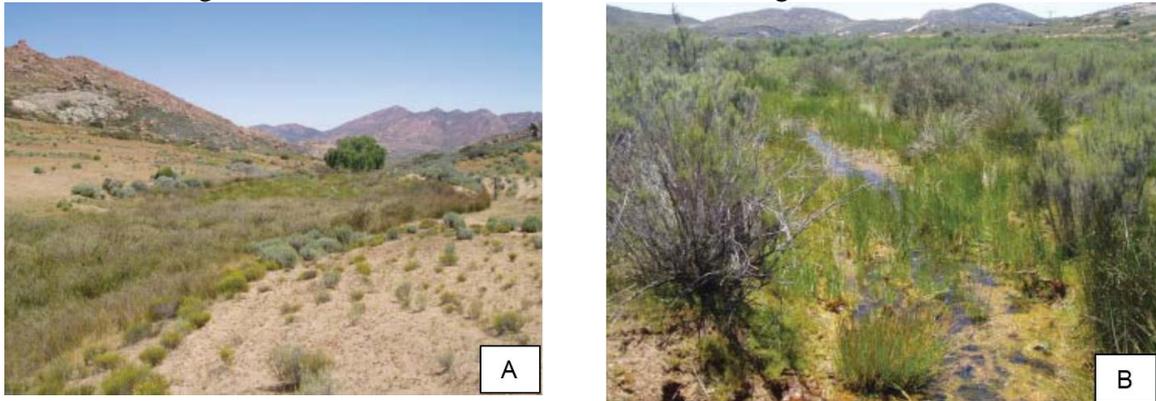
Fonte: Dean Ollis, Langvlei. In: Ollis et al.2013, p.77.

#### 4. **AUs de fundos de vale sem curso d'água bem definido (*Unchannelled valley-bottom wetlands*):**

Apresentam topografia predominantemente plana ou suavemente ondulada, estão conectadas à rede de drenagem, mas não exibem curso d'água bem definido e formas deposicionais fluviais típicas de planície de inundação. Geralmente se formam quando um canal perde confinamento e energia. Os cursos d'água, se presentes, são pouco desenvolvidos e com fluxos difusos. No Nível 3, geralmente situam-se nos vales.

As entradas de água são provenientes do escoamento superficial, da percolação das águas das áreas adjacentes e/ou de um curso fluvial com fluxos espalhados e difusos. Podem apresentar exfiltração de água subsuperficial em função da oscilação do nível freático. A água se movimenta, principalmente, através de fluxos superficiais difusos. As saídas de água geralmente ocorrem por escoamento superficial difuso ou concentrado, infiltração e evapotranspiração. A figura 4.10 ilustra exemplos de AUs de fundos de vale sem curso d'água bem definido.

Figura 4.10 - AUs de fundos de vale sem curso d'água bem definido



Fonte: Dean Ollis, Northern Cape. In: Ollis et al., 2013 p.31.

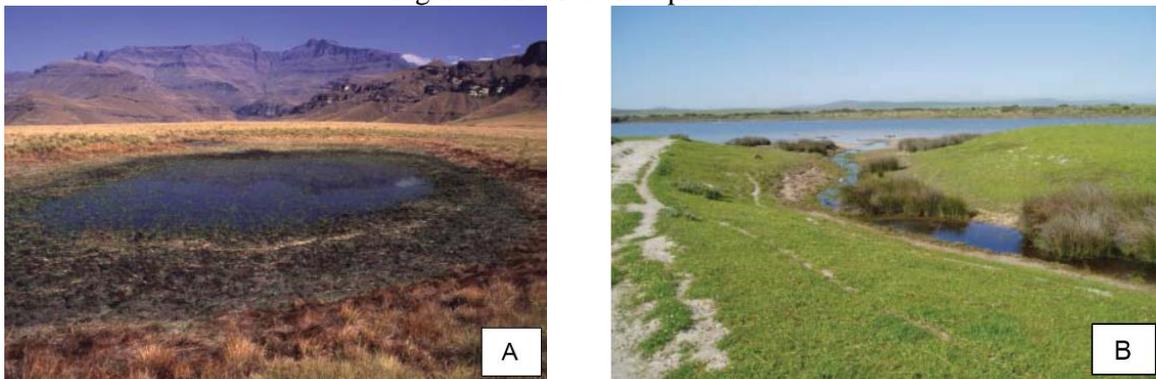
Fonte: Dean Ollis, Langylei. In: Ollis et al., 2013 p.77.

### 5. AUs de depressões (*Depressions*):

Apresentam contornos fechados ou quase fechados e topografia plana ou abaulada, sendo mais rebaixadas em relação às áreas adjacentes. A água superficial, quando presente, tende a ser mais profunda no centro da depressão, onde geralmente a água pluvial se acumula. Podem ou não apresentar curso d'água. Salienta-se que as depressões serão ecossistemas aquáticos e não AUs quando formarem lagos, lagoas e barramentos. No Nível 3, geralmente situam-se em superfícies planas elevadas.

As entradas de água dominantes são provenientes do acúmulo das águas pluviais, do escoamento superficial, da percolação das águas das áreas adjacentes e também exfiltração de água subsuperficial em função da oscilação do nível freático. Também pode ocorrer *input* hídrico por meio de corpos d'água. As águas se movimentam, sobretudo, por flutuações verticais do nível d'água. As saídas geralmente ocorrem por infiltração, evapotranspiração e fluxos fluviais. A figura 4.11 ilustra exemplos de AUs de depressão.

Figura 4.11- AUs de depressões



Fonte: Peter Chadwick, Drakensberg. In: Ollis et al., 2013, p.31.

Fonte: Nancy Job, Burgerspan. In: Ollis et al., 2013, p.31.

## 6. Surgências (*Seep*):

Nesta categoria estão as AUs com topografia variando de suave a muito inclinada. São caracterizadas pela associação do tipo de substrato e da posição topográfica, onde o nível freático e/ou as águas percoladas interceptam a superfície. Geralmente apresentam material coluvionar e podem formar cursos d'água. No Nível 3, geralmente situam-se nas encostas.

As entradas de água dominantes são provenientes da exfiltração das águas percoladas e da oscilação do nível freático e também do escoamento superficial. As águas fluem, sobretudo, por fluxos difusos. Podem apresentar curso fluvial com fluxos concentrados. As saídas de água geralmente ocorrem por infiltração e evapotranspiração, podendo ocorrer via fluxos fluviais. A figura 4.12 ilustra exemplos de AUs de surgência.

Figura 4.12 – AUs de surgências



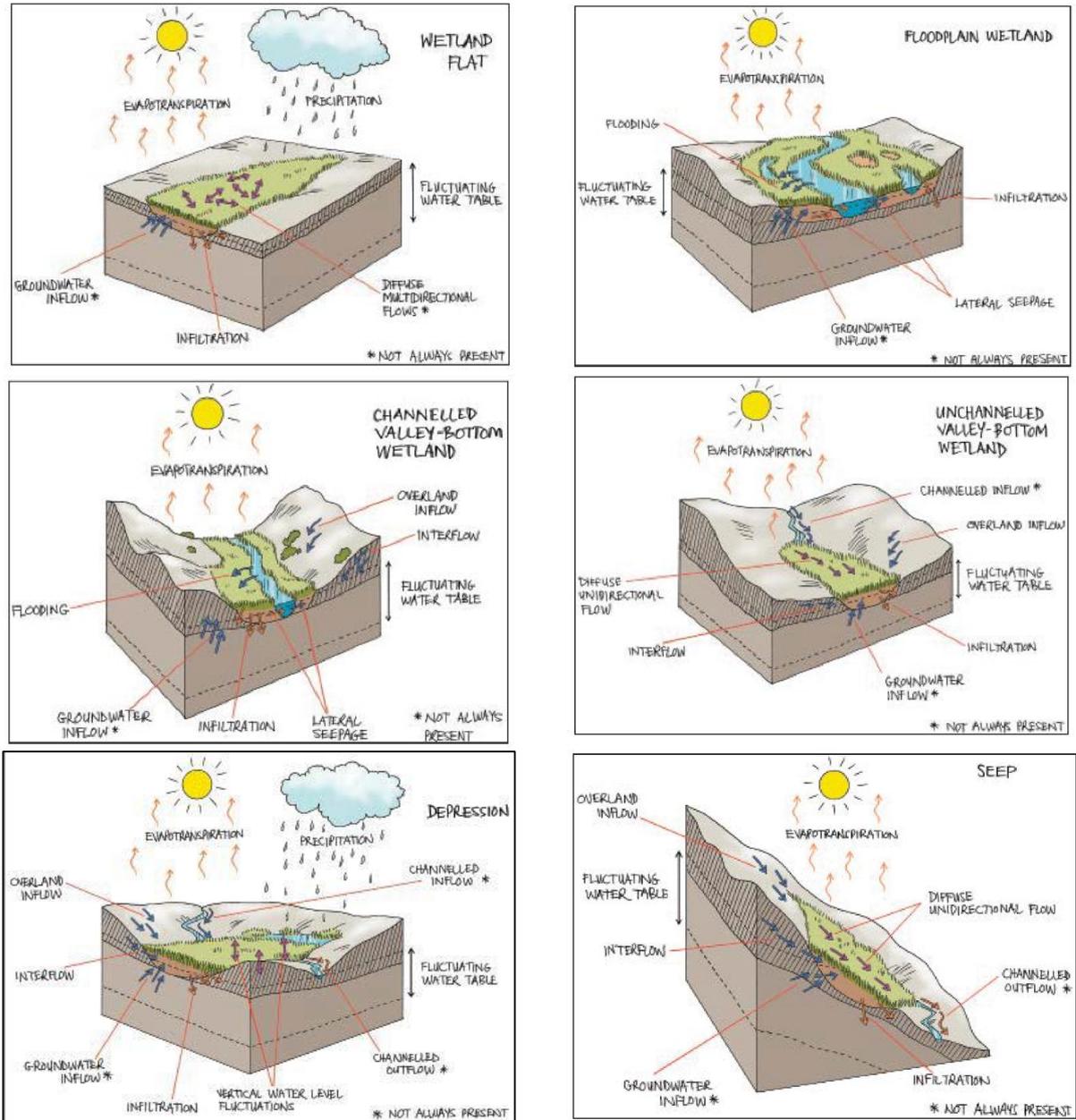
Fonte: Dean Ollis, Lesotho Highlands. In: Ollis et.al., 2013 p. 35.



Fonte: Dean Ollis, Drakenstein. Ollis et.al., 2013 p.82.

Os blocos diagramas da figura 4.13 ilustram as seis Unidades HGM das AUs e os movimentos predominantes da água, em termos de entradas (*input*), circulação interna (*throughputs*) e saídas (*output*).

Figura 4.13 - Blocos diagramas das Unidades HGM das AUs com base na forma de relevo e na dinâmica hidrológica de cada classe de AUs, segundo a Classificação Sul-Africana



Fonte: Retirado de 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) das AUs.

O período de inundação das AUs é subdividido em 4 classes:

- Sazonalmente inundado: Presença de água durante a estação chuvosa, geralmente entre 3 a 9 meses de duração;
- Intermitentemente inundado: Presença de água durante menos de uma estação, geralmente cerca de 3 meses;
- Nunca / raramente inundados: Presença de água durante apenas alguns dias;
- Desconhecido: Período de inundação desconhecido.

As áreas permanentemente inundadas não são consideradas AUs, pois são corpos d'água abertos (*open waterbodies*), como lagos, lagoas e represas. Já o período de saturação (dentro do limite de 0,5 metros da superfície do solo) é subdividido em 4 classes:

- Permanentemente saturado: Presença de solo 100% saturado durante todo o ano;
- Sazonalmente saturado: Presença de solo 100% saturado durante a estação chuvosa, geralmente entre 3 a 9 meses de duração;
- Intermitentemente saturado: Presença de solo 100% saturado durante menos de uma estação, geralmente cerca de 3 meses;
- Desconhecida: Período de saturação desconhecido.

As quatro classes do período de saturação podem ocorrer dentro de cada período de inundação, com exceção de dois períodos: o sazonalmente inundado (que não apresenta a classe intermitentemente saturado) e o desconhecido (que não apresenta saturação desconhecida).

Embora este nível não seja aplicado de forma estritamente hierárquica, é aplicado junto com a Unidade HGM (Nível 4) como passo final para distinção entre unidades funcionais, visto que o funcionamento das AUs é fortemente influenciado pelas características HGM e pelo regime hidrológico. O regime hidrológico influencia diretamente as características morfológicas e químicas do solo que, por sua vez, irão influenciar o tipo de vegetação das AUs. As características morfológicas do solo são o resultado das condições hidrológicas de longo prazo, ao passo que a vegetação é um indicador de condições recentes (SANBI, 2013).

Algumas AUs podem apresentar mais de um hidroperíodo. Por exemplo, uma AU de Depressão Fechada pode apresentar sua parte central permanentemente inundada/saturada e sua

borda subdivida em sazonalmente e intermitentemente saturada. Por outro lado, uma AU de Depressão Fechada pode ser sazonalmente saturada em toda a sua extensão, sendo composta apenas de uma Unidade Funcional. Contudo, classificar diferentes regimes hidrológicos dentro de uma mesma Unidade HGM pode ser inviável quando se faz apenas uma visita de campo, sobretudo no período seco, ou quando há pouca confiabilidade nos dados de solo e vegetação. SANBI (2013) sugere que as subdivisões desse tipo sejam feitas quando há dados suficientes de monitoramento. Caso contrário, deve ser considerado o hidroperíodo prevalente da AU.

Na figura 4.14 são apresentadas, respectivamente, ilustrações de AU inundada e AU saturada, mas sem considerar o seu hidroperíodo.

Figura 4.14 - AU inundada e AU saturada



Fonte: Douglas MacFarlanem Drakensberg. In: Ollis et al., 2013 p.43.



Fonte: Dean Ollis, Lesotho Highlands. In: Ollis et al., 2013 p.43.

O Nível 6 (*descriptors*) busca, por fim, definir de forma não-hierárquica, as características específicas do sistema, a saber:

1. Natural ou artificial (antrópico): Parâmetro que classifica a origem da AU em natural ou humana, podendo ser uma identificação essencial para fins de manejo e conservação ambiental.
2. Sólidos Totais Dissolvidos (STD) ou Condutividade Elétrica (CE), já que são parâmetros que influenciam a composição química e biológica de uma AU.
3. pH ácido (<6), neutro (6-8) ou alcalino (>8), já que atua determinando a composição da comunidade biológica de uma AU.
4. Características do substrato, como seu tipo (rochoso, mineral, orgânico ou artificial) e, quando for solo, suas principais características físicas (textura, cor, estrutura, presença

de indicadores hidromórficos, como mosqueados, etc.) e químicas (pH, níveis de nutrientes, teor de matéria orgânica, potencial redox, etc.).

5. Cobertura Vegetal, determinando o tipo de vegetação (aquática, herbácea, arbustiva e/ou arbórea) e seu estado dominante (natural, invasiva ou cultivada/plantada).
6. Geologia: tipo de litoestratigrafia, já que é um dos fatores determinantes na formação e funcionamento de diferentes tipos de AUs.

Estas características podem ser descritas em qualquer ordem, variando em função da disponibilidade de dados e do objetivo da classificação.

## 4.2 – Contexto nacional

As classificações utilizadas nos inventários de AUs no Brasil foram elaboradas com o uso de termos regionais (DIEGUES, 2002), o que dificulta a comparação entre sistemas similares de diferentes regiões e a implementação de políticas de proteção em diferentes escalas.

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 (figura 4.15). 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), baseados em fatores hidrogeomorfológicos e/ou biológicos.

O primeiro nível é formado pelo próprio sistema palustre, que compreende AUs sem influência de marés, dominadas por vegetação herbácea ou lenhosa, ou AUs com até 30% de vegetação e menores que 30 hectares. 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 fluvial/ ripário compreende canais abandonados de cursos d'água, os quais podem estar isolados ou receber influência hídrica do

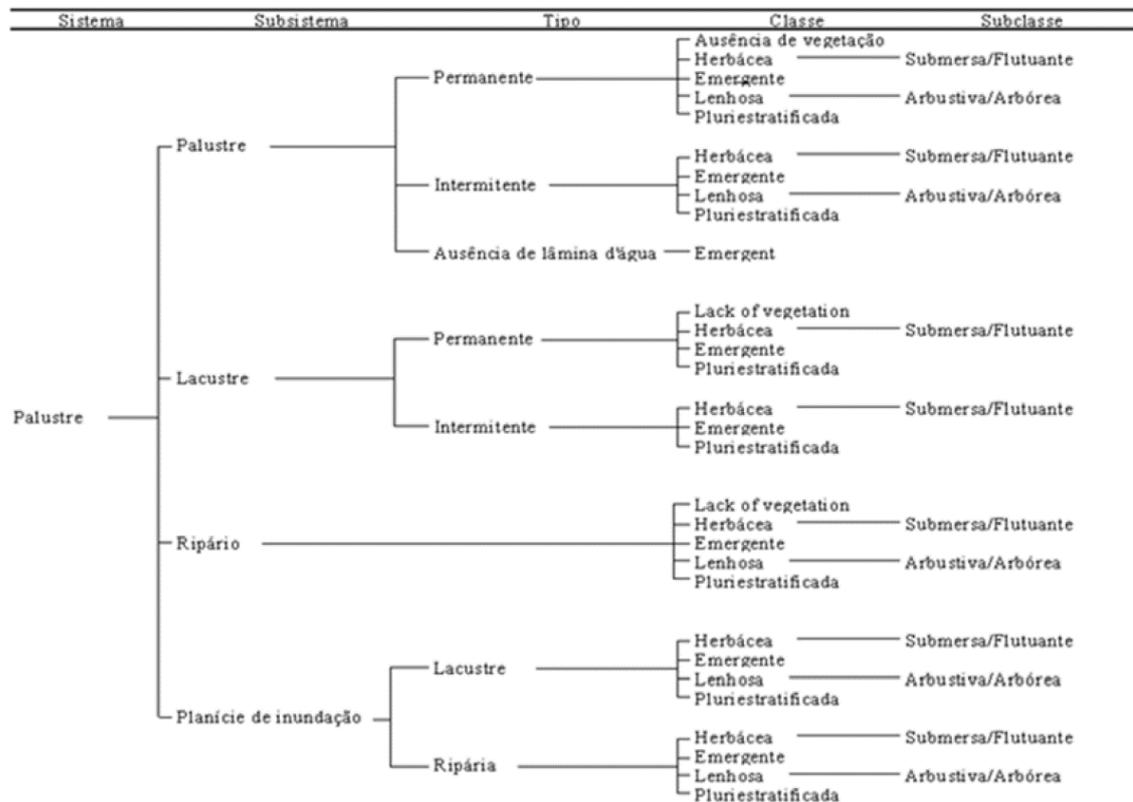
canal principal. O subsistema planície de inundação é formado por áreas periodicamente inundadas por cursos d'água ou lagos.

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 de acordo com a presença da cobertura vegetal aquática (quando for maior que 30% da superfície total da AU) e na forma de vida das espécies dominantes (quando ocupam mais de 30% da superfície de uma AU). São identificadas cinco classes: ausência de vegetação (quando ocupam menos de 30 % da superfície total da AU); herbácea (sem raízes fixas), emergente (raízes fixas), lenhosa (plantas que produzem madeira) 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).

Figura 4.15 - Proposta de classificação para as AUs Palustres do Rio Grande do Sul

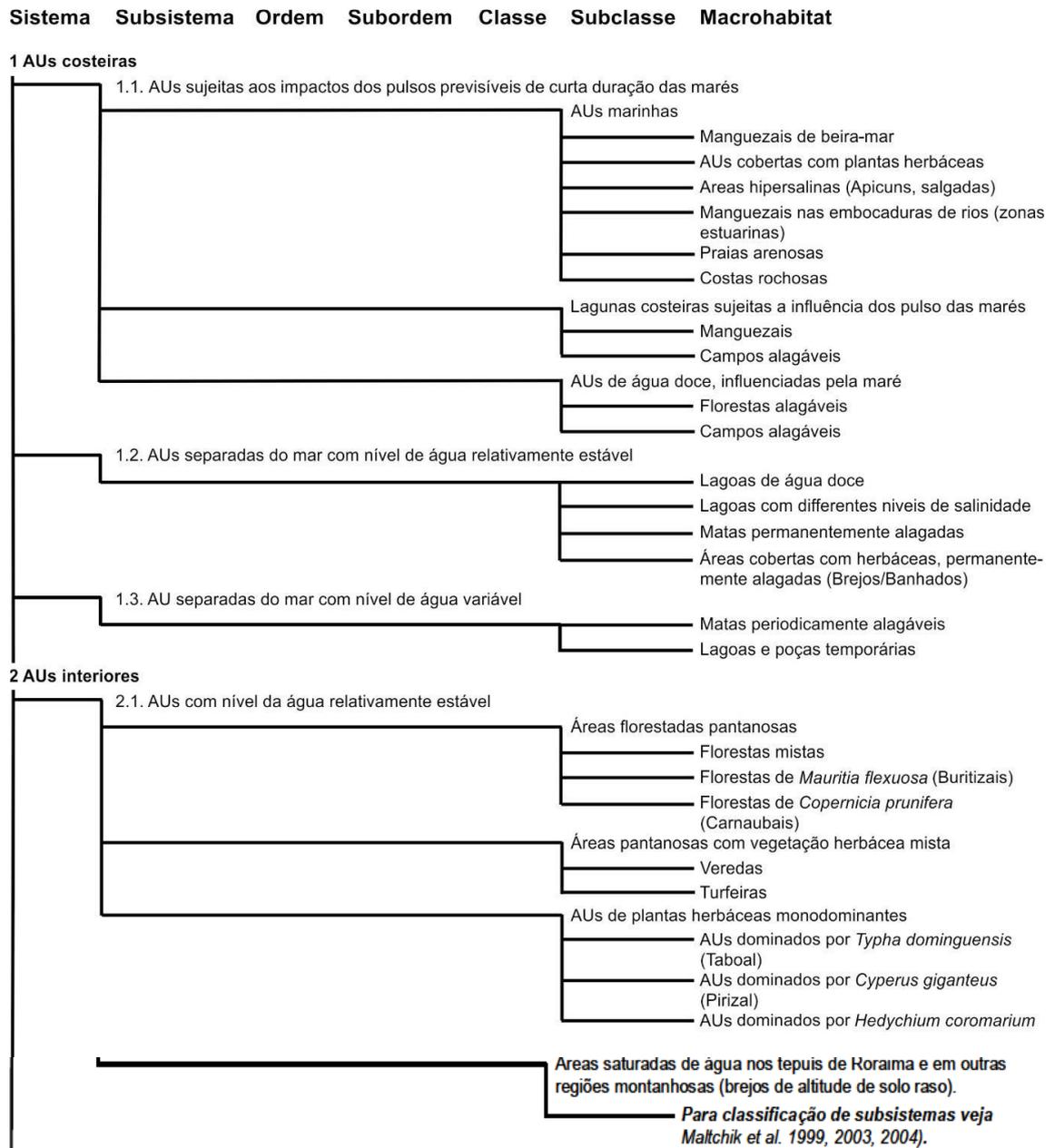


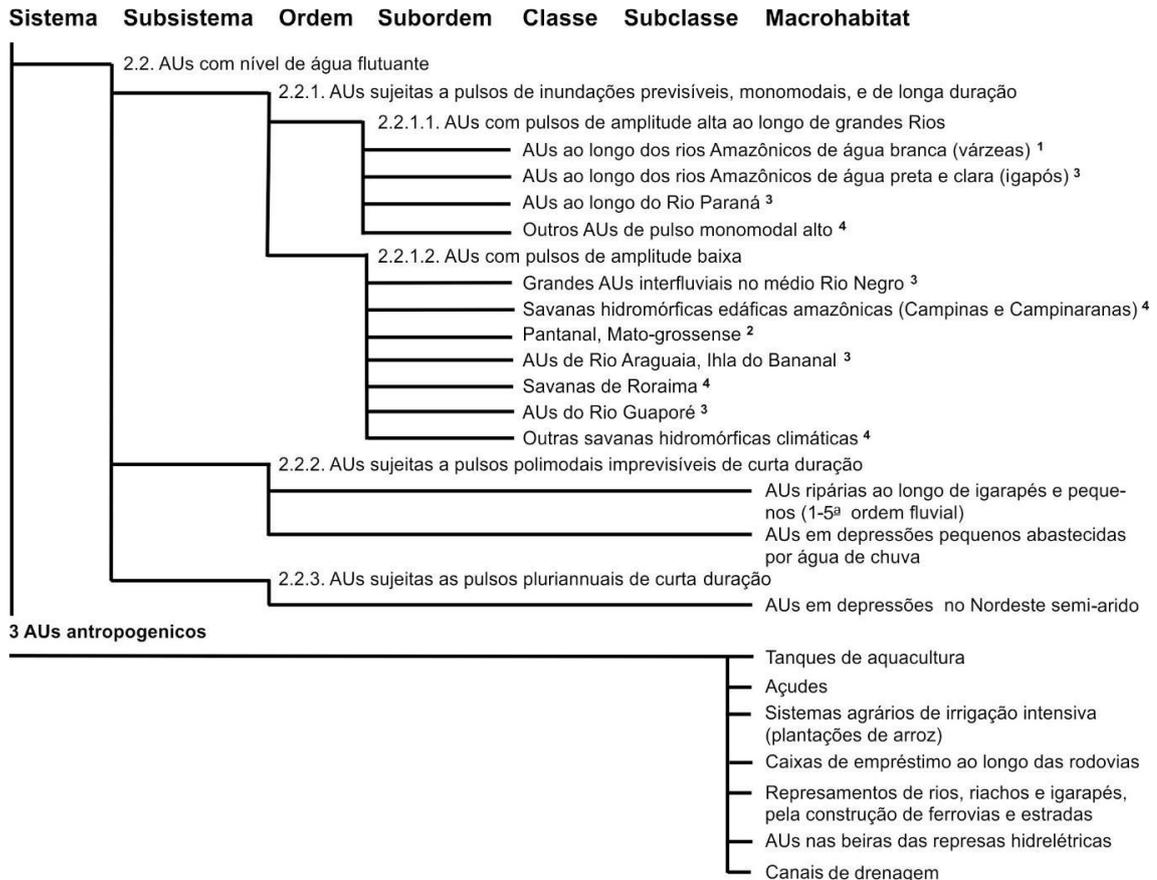
Fonte: Maltchik et al., 2004.

No contexto nacional, Junk et al. (2012) e Cunha et al. (2015) desenvolveram e propuseram uma definição (quadro 3.6) e um **Sistema de Classificação para as AUs brasileiras** por meio do INAU, 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 subdividido em 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 4.16 apresenta o Sistema de Classificação das Áreas úmidas Brasileiras proposto pelo INAU.

Figura 4.16 – Sistema de Classificação das Áreas Úmidas Brasileiras





Fonte: Junk et al. (2012) e Cunha et al. (2015).

O primeiro nível faz distinção entre os sistemas das AUs costeiras, as AUs Interiores e as AUs antropogênicas, assim definidos (JUNK et al., 2012 p.35; CUNHA et al.,2015 p.48):

AUs costeiras - são todas as AUs naturais, permanentes ou temporárias, com água doce, salobra e salgada, sob influência direta do regime de marés, de intrusões salinas, ou de deposição atmosférica de substâncias dissolvidas ou particuladas, ou de propágulos do Oceano.

AUs interiores - são todas as AUs naturais, permanentes ou temporárias, com água doce, salobra e salgada, que se encontram dentro do país e fora da influência direta ou indireta do mar.

AUs antropogênicas - são todas as AUs, costeiras ou interiores, que resultam da atividade humana, seja de forma ordenada (e.g., tanques de piscicultura, açudes, plantios de arroz em tabuleiros) ou não ordenada (como as AUs no entorno de represas hidrelétricas, represamentos pela construção de estradas, tanques de empréstimo).

Ou seja, as AUs costeiras são naturais e apresentam influência direta do oceano; as AUs interiores são naturais e encontram-se dentro do continente, sem influência marinha; e as AUs antropogênicas podem ser costeiras ou interiores, mas resultantes da atividade humana.

O segundo nível (Subsistemas, Ordens e Subordens) baseia-se em parâmetros hidrológicos, que apresentam função chave na classificação, pois são considerados elementos definidores das AUs. 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, por representarem a maior parte das AUs brasileiras, são ainda 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). Por exemplo,

Este sistema enquadra o Pantanal Mato-grossense no sistema de AU interiores. Posiciona-se no segundo nível hierárquico das AUs sujeitas a pulsos de inundações previsíveis, monomodais, amplitude baixa e de longa duração. Portanto o Pantanal tem sua estrutura e funcionamento dependentes dos níveis de água oscilantes descritos pelo Conceito de Pulso de Inundação. (...), que explica o intercâmbio lateral das águas, nutrientes e organismos entre rios ou lagos e as suas respectivas áreas alagáveis adjacentes conectadas (JUNK et al., 1989 apud CUNHA et al., 2015, p.84).

As AUs sazonais podem formar tanto macrohabitats permanentemente aquáticos, quanto apresentar áreas permanentemente secas, de tamanhos variados, que são partes indispensáveis das AUs, tanto em termos hidrológicos quanto ecológicos. Como exemplos, podem ser citadas as lagoas marginais, que contribuem para a regulação hidrológica dos corpos d'água principais e a reprodução de peixes, e também as pequenas ilhas permanentemente secas formadas por cupinzeiros no cerrado, que podem atuar como refúgios periódicos para a biota terrestre, contribuindo com a manutenção da biodiversidade (JUNK et al., 2012).

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. As plantas superiores foram selecionadas para a classificação em função da sua “longevidade que incorpora o impacto das condições ambientais em períodos de meses ou anos (plantas herbáceas), décadas ou séculos (plantas lenhosas / florestas)” (JUNK et al., 2012, p.36; CUNHA et al. 2015, p.49). Conforme a figura 4.16, nota-se que o subsistema 2.1 inclui as 4 subclasses dos sistemas interiores: (1) áreas florestadas pantanosas (pântanos de palmeiras), (2) áreas pantanosas com vegetação mista

(veredas e turfeiras), (3) áreas pantanosas de plantas herbáceas monodominantes, e (4) áreas saturadas de água em regiões montanhosas.

### 4.3 – Quadro síntese dos sistemas de classificação de AUs apresentados

O Quadro 4.6 a seguir sintetiza as principais informações dos sistemas de classificação apresentados.

Quadro 4.6 – Síntese dos Sistemas de Classificação das AUs apresentados

<b>Cowardin et al. (1979)</b>	
<u>Três Níveis principais: Sistemas (I), Subsistemas (II) e Classes (III)</u>	
<u>Nível I - Cinco Sistemas: cada sistema compartilha de influências hidrológicas, geomorfológicas, químicas e/ou biológicas semelhantes</u>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Marinho</li> <li>2. Estuarino</li> <li>3. Fluvial: ecossistemas aquáticos e AUs sem predomínio de vegetação dentro de cursos d'água;</li> <li>4. Lacustre: ecossistemas aquáticos e AUs em depressões topográficas ou cursos d'água represados, área &gt; 8 ha; vegetação &lt; de 30% da área total;</li> <li>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 &lt; 8 ha e &lt; 2 m de profundidade.</li> </ol>	
<u>Nível II - Cinco Subsistemas para as AUs de interior. Os subsistemas informam a frequência e/ou intensidade das inundações/alagamentos</u>	<u>Nível III - Classes: classificam pelo tipo de substrato e/ou pela vegetação.</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluviais: dependente da vazão, perene fraco, perene forte e intermitente;</li> <li>• Lacustres: limnético (lênticos/lagos);</li> <li>• Palustres: não apresentam subsistemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substrato: quando &lt; 30% da área total é coberta por vegetação;</li> <li>• Vegetação: quando &gt; 30% da área total é coberta por vegetação.</li> </ul>
<b>Scott e Jones (1995); Ramsar Convention Secretariat (2013)</b>	
<u>Três Níveis: Sistemas (I), Subsistemas (II) e Classes/Tipos (III)</u>	
<u>Nível I - Quatro sistemas</u>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Marinho/Costeiro (Marinho, Estuarino e Lacustre/Palustre)</li> <li>2. Sistema Interior (Fluvial, Lacustre, Palustre e Geotermal)</li> <li>3. Sistema Antrópico (Aquicultura, Agricultura, Mineração e Urbano/industrial)</li> <li>4. Sistema Cárstico</li> </ol>	
<u>Nível III - Classes: diversas características, sem estrutura lógica. Exemplos de alguns tipos:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluvial: cursos d'água, nascentes.</li> <li>• Lacustres: lagos, grandes lagoas, pântanos, brejos.</li> <li>• Palustres: turfeiras, lagoas, nascentes, pântanos, brejos.</li> <li>• Artificiais / Antrópicos: açudes, terras agrícolas.</li> <li>• Cárstico: costeiros, continentais e artificiais</li> </ul>	
<u>Nível II – Três Subsistemas para as AU Interior (Fluvial, Lacustre, Palustre): regime hidrológico</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permanente, Sazonal e/ou Intermitente</li> </ul>	

**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

Sete tipos de formas de relevo (análise geral e unificadora dos tipos de AUs, sua estrutura subjacente):

1. Topos de morro
2. Escarpas
3. Encostas
4. Planícies, áreas planas
5. Vales
6. Cursos d'água, planícies de inundação
7. Bacias/formas abauladas depressionais

Tipos de regime hidrológico:

- Inundação e/ou saturação permanente
- Inundação e/ou saturação sazonal
- Inundação intermitente

A inundação efêmera é desconsiderada.

Unidades secundárias: origem da água, tamanho, profundidade, dentre outras.

**Brinson (1993) e Smith et al. (1995)**

Sete Classes HGM: contexto geomorfológico (I), fonte de água (II) e hidrodinâmica (III).

Abordagem HGM: Respondem pelo funcionamento das AUs

(I) Sete tipos de contextos geomorfológicos (morfologia da AU e sua posição topográfica na paisagem):

1. Fluvial: AUs em planícies de inundação
2. Depressional: AUs em depressões topográficas
3. Encosta: AUs em vertentes
4. Lacustre: AUs adjacentes aos lagos
5. Estuarino: AUs ao longo do litoral
6. Planície alagada orgânica: AUs geralmente em interflúvios planos ou em depressões
7. Planície alagada mineral: AUs geralmente em interflúvios ou planícies fluviais ou lacustres.

(II) Três tipos de fontes de água:

- (a) precipitação;
- (b) exfiltração das águas subterrâneas e do lençol freático;
- (c) escoamento de águas superficiais e próximas a superfície, incluindo o extravasamento lateral de corpos d'água.

(III) Características hidrodinâmicas dominantes:

- (a) flutuações verticais do nível d'água em depressões;
- (b) fluxos unidirecionais superficiais ou próximos a superfície em planícies de inundação;
- (c) fluxos bidirecionais superficiais ou próximos à superfície ao longo de vertentes.

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, tamanho

<b>África do Sul (Ollis et al., 2013)</b>	
<u>Quatro Níveis primários: Sistemas (I), Configuração regional (II), Unidades de Paisagem (III) e Unidades HGM (IV)</u>	
<u>Nível I - Três sistemas:</u>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Marinho</li> <li>2. Estuarino</li> <li>3. Interior</li> </ol>	<u>Nível IV: Unidades HGM:</u> 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>Nível II: configuração regional: atributos biofísicos</u>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. AUs de planícies alagadas;</li> <li>2. AUs de planícies de inundação;</li> <li>3. AUs de fundos de vale com curso d'água;</li> <li>4. AUs de fundos de vale sem curso d'água;</li> <li>5. AUs de Depressões;</li> <li>6. AUs de Surgências.</li> </ol>
<u>Nível III: Unidades de Paisagem: posição topográfica dentro da qual a AU está situada:</u>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Encosta: vertente.</li> <li>2. Vale: base de um vale, situado entre duas encostas;</li> <li>3. Planície: área suavizada, com baixa declividade.</li> <li>4. Superfícies planas elevadas: patamares e topos de morro, por exemplo.</li> </ol>	<u>Níveis secundários:</u>
	<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.
<b>AUs palustres do Rio Grande do Sul (MALTCHIK et al., 2004)</b>	
<u>Cinco Níveis: Sistema (I), Subsistema (II), Tipo (III), Classe (IV) e Subclasse (V)</u>	
<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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausência de vegetação (quando ocupam &lt; 30 % da superfície total da AU);</li> <li>2. Herbácea (sem raízes fixas);</li> <li>3. Emergente (raízes fixas);</li> <li>4. Lenhosa (plantas que produzem madeira);</li> <li>5. Pluriestratificada (várias camadas de células na epiderme).</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Palustre: limites pouco claros entre sistemas aquático e terrestre; a massa d'água menor;</li> <li>2. Lacustre: limites bem definidos sistemas aquático e terrestre; massa d'água maior;</li> <li>3. Fluvial: canais abandonados, isolados ou não;</li> <li>4. Planície de inundação: inundação periódica por extravasamento de corpos d'água, pluviosidade e/ou exfiltração.</li> </ol>	<u>Nível V: Subclasses (herbácea e lenhosa)</u>
<u>Nível III: Tipos de AU através de características hidrológicas, sobretudo o regime hidrológico</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herbácea: submersas e flutuantes;</li> <li>• Lenhosa: arbustiva e arbórea.</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Palustre: permanente, intermitente e sem lâmina d'água;</li> <li>2. Lacustre: permanente e intermitente;</li> <li>3. Fluvial/ripário: não apresenta.</li> <li>4. Planície de inundação: lacustre ou ripário.</li> </ol>	

<b>INAU</b>	
Três Níveis: Sistemas (I), Subsistemas (II) e Classes (III)	
<p><u>Nível I: Três Sistemas de AUs</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Costeiras</li> <li>2. Interiores</li> <li>3. Antrópicas</li> </ol>	<p>As AUs interiores apresentam dois subsistemas, três ordens e duas subordens</p> <p>2.1 - AUs permanentemente cobertas por água ou saturadas (nível d'água relativamente estável)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordem 2.2.1 – AUs sujeitas a pulsos de inundação previsíveis, monomodais e de longa duração               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Subordem 2.2.1.1 – Com amplitude alta</li> <li>• Subordem 2.2.1.2 – Com amplitude baixa</li> </ul> </li> </ul>
<p><u>Nível II: parâmetros hidrológicos, subdivididos em Subsistemas, Ordens e Subordens;</u></p> <p><u>Subsistemas:</u> disponibilidade e origem da água;</p> <p><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).</p>	<p>2.2 - AUs que secam periodicamente/sazonais ou temporárias e efêmeras (nível d'água flutuante/pulsos de inundação).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordem 2.2.2 – AUs sujeitas a pulsos de inundação imprevisíveis, polimodais e de curta duração;</li> <li>• Ordem 2.2.3 - AUs sujeitas a pulsos de inundação plurianuais e de curta duração</li> </ul> <p>Nível III: plantas superiores e estruturas de comunidades (classes, subclasses e macrohabitats).</p>

#### 4.4 – Considerações sobre o sistema de classificação nacional e as classes hidrogeomorfológicas

No contexto internacional, há uma tendência cada vez maior dos sistemas incluírem Classes 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.

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., 2013). 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, ao incorporar termos específicos regionais, 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. Por exemplo, as AUs com nível d'água relativamente estável, como as *Copernicia prunifera* (Carnaubais), *Typha dominguensis* (Taboal) e *Cyperus giganteus* (Pirizal), significa que estas AUs não estão em planícies de inundação? A origem da água é superficial ou subsuperficial? São sistemas isolados ou integrados? Funcionam como áreas de recarga ou descarga? Dependem de áreas externas para a sua manutenção hidrológica? Entende-se, portanto, que os aspectos hidrogeomorfológicos, juntamente com os vegetacionais, podem ser facilitadores no processo de identificação e mapeamento das AUs, seja em escritório ou em campo.

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 Penteadó (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. Finlayson e Van Der Valk (1995) consideram que detalhar habitats de AUs em grandes sistemas de classificação pode inviabilizar seu uso.

Dessa forma, considera-se que a caracterização das AUs por classes e subclasses 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. Dessa forma, um sistema que inclua classes HGM possibilita decisões de gestão mais seguras por apresentar uma visão mais integrada do meio.

## 5- CONCEPÇÕES DE ESPECIALISTAS SOBRE ÁREAS ÚMIDAS

### 5.1 - Fatores determinantes, coadjuvantes e/ou resultantes nos processos de formação das AUs

Nesta categoria foi abordado o que os entrevistados consideram como fatores determinantes, coadjuvantes e/ou resultantes nos processos de formação das AUs.

Para o *Entrevistado 1*:

Os fatores determinantes são o relevo e os fatores hidrológicos. Onde tem relevo muito íngreme, se tiver áreas de depressão é possível ter AUs. E também o ciclo hidrológico que acompanha, que vai condicionar se as AUs são permanentes ou temporárias. Existem AUs intermitentes, mas não é muito o caso do Brasil, mas pode-se imaginar isso em regiões com um clima mais seco. Então eu acho que os fatores determinantes seriam o relevo e a hidrológico/climatológico, que vão condicionar a existência. Eu falei clima agora, mas o clima no sentido mais amplo. O clima não condicionaria em MG, pois não varia muito nessa região.

Nota-se que o ciclo hidrológico para o *Entrevistado 1* irá condicionar o regime hidrológico das AUs em permanentes, temporárias e intermitentes. Nota-se que o entrevistado não inclui no regime temporário o intermitente, possivelmente porque considera o regime temporário sazonal. Os fatores humanos também podem ser determinantes ou influenciadores na formação das AUs:

Pode ter fatores antrópicos, que podem ou não ser fundamentais. Quando você cria uma represa, por exemplo, você pode criar ao redor do reservatório AUs que não existiam. Talvez antes não tinha AUs, mesmo tendo um rio e um relevo lá. O fator humano condicionou.

Em relação aos fatores coadjuvantes / influenciadores “podemos ter uma série deles”, como os “fatores biológicos no sentido de prover uma vegetação que reforça os aspectos geomorfológicos e hidrológicos. Uma vegetação que vai criar um material radicular ou uma camada tipo esponja, que segura, retém a água”. Além disso, “(...) a presença ou não de corpos d’água, a origem da água que forma a AU, também são fatores influenciadores, mas tudo está ligado a hidrologia”, que é um fator determinante.

O *Entrevistado 2* também segue essa mesma linha de raciocínio, “a forma do relevo e a fonte de água determinam. O solo é coadjuvante, mas vai influenciar o tempo necessário da permanência da água. O clima está em uma outra escala, a disponibilidade de água é uma função do clima. É um efeito cascata. (...). A origem é física”. Nesse sentido, a forma do relevo e a

fonte de água e, em uma escala mais ampla, o clima, são fatores determinantes na formação das AUs. O clima impacta na disponibilidade de água, mas em conjunto com os outros fatores. Já o solo é um fator atuante, mas influenciador, pois quanto mais mal drenado ele for, maior será a permanência da água.

Para o *Entrevistado 3*, “a topografia do terreno e o afloramento do lençol freático determinam a formação das áreas úmidas, (...) mas pode ser por acúmulo de água pluvial na topografia”. “A vegetação e o tipo de solo podem influenciar na formação”, pois “retém água ..., mas antes para mim vem a topografia, que é condicionante de terreno”. Dessa forma, pode-se dizer que para o *Entrevistado 3* o relevo e a presença da água (fator hidrológico) irão determinar a formação das AUs.

Para o *Entrevistado 4*, os fatores determinantes na formação das AUs são “(...) as condições de não escoamento da água, uma retenção dessa água pelo menos um período do ano e as condições de relevo”. “As condições de afloramento de lençol” é muitas vezes um fator determinante, mas disse que há AUs formadas, por exemplo, somente pelas águas pluviais. Dessa forma, pode-se dizer que o relevo e os fatores hidrológicos, juntamente com as condições de um substrato que “retém essa umidade”, irão determinar a formação das AUs.

Para o *Entrevistado 5*, além dos fatores hidrológicos, do relevo e da má drenagem dos solos, os solos hidromórficos e a vegetação adaptada também podem ser fatores determinantes ou resultantes do processo de formação.

Presença de água, existência de uma comunidade e espécies adaptadas a esse sistema e um solo que permita o acúmulo de água, pelo menos uma parte do ano. (...). Um relevo que facilite acumulação e um sistema de água que permita ela ocorrer (...).

Uma planície de inundação, por exemplo, a formação de AUs tem a ver com a possibilidade de extravasamento da água, quer dizer, não é a profundidade do rio que define se forma ou não uma AU e sim o relevo adjacente.

Conforme o *Entrevistado 5*, o solo hidromórfico e a comunidade adaptada “as vezes ajudam a formar a estrutura”, ou “as vezes são consequência do processo, depende de como a coisa acontece no local. ” Ou seja, não há como estabelecer se o tipo de solo e de vegetação são determinantes, pois dependerá das condições de cada local. Dessa forma, para o *Entrevistado 5* a água, o relevo e o solo, inter-relacionados, são fatores necessários para a formação de AU. Já a vegetação e o solo hidromórfico, sendo determinantes ou resultantes, estarão sempre presentes nas AUs, pois são características destas.

Os *entrevistados 2 e 4* enfatizaram que a vegetação adaptada é uma consequência/resultado do processo de formação.

Conforme o *Entrevistado 4*,

Primeiro vem a questão física para aparecer as espécies que colonizam aqueles ambientes, que são espécies adaptadas aquelas condições. A vegetação é uma consequência da umidade, daquele habitat, em função daquele habitat que a colonização vai ocorrer, e não o contrário.

Para o *Entrevistado 2*, “a comunidade vai se instalar se as condições físicas forem adequadas.” Essas condições que vão gerar “...um solo saturado e vai ter um ambiente reduzido e isso vai condicionar uma flora típica de AU”. Ao longo tempo, este solo tenderá a evoluir para a formação de um solo hidromórfico, pois “a presença de água e de vegetação vai condicionar a evolução dos solos na direção de um solo hidromórfico”.

**Avaliação:** As características do relevo/topografia e da hidrologia apareceram como fatores determinantes em todas as respostas dos entrevistados. Um dos entrevistados utilizou o termo geomorfológico, que é mais completo, visto que a forma de relevo é originada e controlada pelos processos endógenos e exógenos. Contudo, no contexto das entrevistas, considera-se pouco relevante a diferenciação entre os termos, uma vez que a geomorfologia é estudada dentro das geociências e a pesquisa tem enfoque ambiental. Dois entrevistados também consideraram como determinante a atuação do clima dentro de um contexto mais amplo, e outros dois também citaram o papel determinante do solo/substrato mal drenado na retenção de água. Três entrevistados citaram o papel da vegetação e/ou do solo em termos de aspectos influenciadores. Somente um dos entrevistados considera que a vegetação adaptada e os solos hidromórficos podem ser tanto determinantes quanto resultantes na formação de AUs. Dois entrevistados destacaram a vegetação adaptada como resultante, sendo que um deles também citou os solos hidromórficos. Assim como o relevo, o termo solo deve ser ponderado. Quando alguns entrevistados utilizaram a palavra solos, observou-se que o termo pode se referir a qualquer material abaixo da superfície, que, no caso das AUs, seja capaz de reter a água. O quadro 5.1 a seguir apresenta uma síntese da fala dos entrevistados dos fatores determinantes, coadjuvantes e/ou resultantes nos processos de formação das AUs.

Quadro 5.1 - Síntese dos fatores determinantes, coadjuvantes e/ou resultantes nos processos de formação das AUs, segundo os entrevistados

<b>Entrevistados</b>	<b>Determinantes</b>	<b>Determinante ou influenciadores</b>	<b>Determinante ou resultantes</b>	<b>Influenciadores</b>	<b>Fatores resultantes</b>
<b>1</b>	(Relevo, água e clima); O relevo e os fatores hidrológicos, e o clima no sentido mais amplo	Fatores humanos, Presença de corpos d'água e origem da água		Vegetação que vai ajudar a reter a água	
<b>2</b>	(Relevo, água e clima); Forma do relevo e a fonte de água, e o clima em outra escala			Tipo de solo que vai ajudar a reter a água	Comunidade adaptada e solo hidromórfico
<b>3</b>	(Relevo e água) A topografia do terreno e o afloramento do lençol freático, ou acúmulo de água pluvial			Vegetação e tipo de solo que vai ajudar a reter a água	
<b>4</b>	(Relevo, água e solo mal drenado); As condições de não escoamento e retenção da água e as condições de relevo				Comunidade associada
<b>5</b>	(Relevo, água, clima, e solo mal drenado); Presença de água, comunidade adaptada, solo hidromórfico e um relevo que permitem o acúmulo de água e chuva		Comunidade adaptada e solo hidromórfico		Comunidade adaptada e solo hidromórfico

## 5.2 – O papel da água

### *Tempo mínimo de permanência da água necessário para formar uma AU*

Para todos os entrevistados, não há como definir um tempo mínimo de permanência da água necessário para formar uma AU.

Para o *Entrevistado 1*, esse tempo pode estar associado a ocorrência de processos ecológicos:

Este tempo pode ser bem pequeno, mas tem processos ecológicos importantes que podem acontecer, nem que seja de algumas semanas a presença da água na AU. Podemos considerar a função ecológica nessa minha visão agora, que seria o tempo mínimo. Se ela tiver uma função ecológica ou puramente de escoamento, é uma AU mesmo estando seca.

Para o *Entrevistado 2* é uma “permanência mínima a ser investigada, possivelmente no mínimo uma semana..., esse temporário pode ser muito variável, vai depender do local”.

Para o *Entrevistado 3*, também não há como definir esse tempo.

Não. Não há um tempo mínimo. Onde a gente encontrar uma condição, mesmo que de formação inicial porque daí tem que pensar na legislação também depois. Se você coloca um tempo mínimo você pode dizer que pode avançar numa nascente porque ela é recente. Então não há um tempo mínimo.

Este entrevistado considerou a questão do tempo mínimo dentro de um panorama legal de proteção. Seja uma AU formada recentemente ou não, a mesma deverá ser protegida pela legislação, independentemente do tempo que levou para ser formada, da mesma forma como ocorre, por exemplo, com as nascentes recentes. Ou seja, o tempo de formação de uma nascente pode ser muito variado de uma para a outra, mas se existem, ambas devem ser protegidas.

O *Entrevistado 4* também disse que não há como definir esse tempo.

Não sei te dizer esse tempo mínimo, vai depender das condições climáticas. O clima hoje... temperaturas muito altas, chuvas irregulares... não sei te precisar esse tempo (...) poderia arriscar, um mês, não sei, vai depender muito da temperatura porque a água pode evaporar.

Para o *Entrevistado 5*, “não tem como definir esse tempo, pois na verdade, para formar é um processo geológico de longo prazo. (...). Para formar tem escala geológica.

**Avaliação:** Todos os entrevistados consideraram que não há um tempo mínimo de permanência da água necessário para formar uma AU. Três disseram, e um deu a entender, que este tempo pode ser bem pequeno, ao passo que um entrevistado falou que o processo de formação é de longo prazo.

Dos quatro entrevistados que consideram que o tempo mínimo pode ser pequeno, dois acreditam que o tempo irá variar conforme as condições físicas do local, um destacou somente as condições climáticas e outro avalia que o tempo está associado à ocorrência de processos ecológicos. O entrevistado 5 que disse que o tempo de formação é um processo geológico de longo prazo também considera que os solos hidromórficos e as comunidades adaptadas podem ser fatores determinantes na formação das AUs. Nessa ótica, destaca-se a formação de grandes AUs brasileiras com relevância ecológica ímpar, como a planície pantaneira Mato-Grossense, cuja gênese e configuração atual é resultante de processos geológicos e geomorfológicos de longo prazo.

### ***Origem da água***

Em relação à origem da água, todos consideraram que podem ser águas superficiais, tanto pluviais quanto pelo extravasamento lateral de corpos d'água, e/ou subsuperficiais.

Para o *Entrevistado 1* “existem AUs de origem fluvial grandes e pequenas e outras AUs que são pluviais (...). O modo de funcionamento dos rios vai determinar que tipos de AUs vamos ter”. O “nível freático também pode dar origem a AUs de diversas maneiras (...)”:

Os campos de murundus no Mato Grosso, que estão longe de corpos d'água, são assim. O lençol sobe e fica tudo um pouco alagado, alguns centímetros (...). Na seca, você pode sentir pisando no solo que a água não está muito longe porque o solo é mole, mas está seco (...). São sistemas pulsantes na reação do lençol a chuva, chove e o lençol sobe ou cria-se lençol suspenso acima do lençol verdadeiro porque como a água infiltra muito devagar, vai criar um lençol de uns 20 centímetros abaixo da superfície do solo e, até essa camada de água infiltrar, você vai criar AU.

O *Entrevistado 2* disse “esses ambientes de AUs podem ser ambientes de recarga ou de descarga. Dentro desses ambientes vai ter as diferentes fontes d'água de cada um, típicas de cada um”.

Para o *Entrevistado 3*, a AU pode ser formada “por acúmulo de água da topografia, não tem que ter conectividade obrigatória com o curso d'água e nem com o nível freático”.

O *Entrevistado 4* considerou que pode ser tanto pela água pluvial, pelo extravasamento de corpos d'água quanto pelo nível freático.

(...) pode ser de áreas de ressurgência de lençol ou áreas de inundação periódica, sazonal, em função das características de flutuação da água, seja de um reservatório ou seja de um rio, por exemplo, em que determinada época do ano esse corpo d'água recebe uma quantidade maior de água, que vai extravasar para as margens, ou seja em épocas do ano em que essas chuvas provoquem uma inundação, que não seja de extravasamento, mas que seja um acúmulo de água em função da questão pluvial. (...). Também existem algumas AUs que são formadas pelo acúmulo de água pluvial sem ter afloramento. Em MG existem essas áreas, poucas, mas tem, como aquelas com um fundo mais impermeável. Aqui em MG tem lagoas formadas por quedas de meteoro, que formam essa bacia (...). Existem alguns poucos exemplos que não são alimentadas pela conectividade.

O *Entrevistado 5* também considera que há AUs originadas tanto pelo extravasamento de corpos d'água, pela água pluvial ou pela água subsuperficial.

As AUs nem sempre precisam ter conectividade com corpos d'água. O fato de você ter uma depressão no terreno que enche sazonalmente, seja por chuva ou água subterrânea, e que naquele período que choveu muito ou o lençol subiu muito, e que forma um ambiente de solo hidromórfico com espécie adaptada, aquele lugar já caracteriza como uma AU.

**Avaliação:** Todos os entrevistados consideraram que as AUs podem ser originadas tanto pelo extravasamento lateral de corpos d'água quanto somente por acúmulo de água pluvial ou por influência do nível freático. Assim, para ser AU, a conectividade com corpos d'água não é obrigatória.

### ***Ecossistemas aquáticos e características da lâmina d'água***

O *Entrevistado 1* respondeu que “depende muito”, quando há a presença de corpos d'água nas AUs, se estes poderiam ser considerados também como AUs. A diferença estaria nas funções ecológicas desempenhadas como sistemas de interface ou como sistemas aquáticos, e na profundidade e tamanho aparente, mas sem estabelecer limites. Como exemplo, foram citadas as áreas de mangue e de dolinas.

Essa questão é bem complicada para mim. Tem corpos d'água que podemos considerar como permanentes e tem outros que são interface entre o corpo d'água permanente e o continente e vão ter funções ecológicas claramente definidas (...).

Vou pegar, por exemplo, as áreas de mangue (...). Tem água permanente, a velocidade da água vai variar com muita frequência. Em algum momento do dia vai ter muita velocidade, em outros estará parada. Como isso ocorre diariamente, estou usando como exemplo. Nesse caso é uma AU, é um corpo d'água que é dentro da AU. Nesse sentido pode ter corpo d'água dentro de AU.

Por exemplo, nesse sistema de dolinas preenchidas por água pluvial posso imaginar muito bem o corpo raso que vai ter pequenas lagoas com 3 ou 4 metros de extensão por 2 ou 3 metros de largura, mas que todo sistema está molhado. Estes corpos d'água fazem parte da AU porque forma um sistema que não é um ecossistema aquático que constitui a interface e não é o lençol freático, não tem característica de lençol, mas também não seria o corpo d'água de interface como seria um rio, por exemplo. O rio seria o corpo d'água aquático, daí você pode ter uma sucessão de lagoinhas ou de outras coisas dentro da planície de inundação que para mim fazem parte do sistema.

Agora, em alguns anos você pode ter sistemas puramente aquáticos. Enche de água, se aproxima da beira deles e se eles são suficientemente grandes, vão gerar uma zona de interface. Mas quando são bem rasas são todas AUs.

Quando o sistema das pequenas lagoas da dolina resulta do contato entre a superfície e o lençol é tudo uma AU também. Onde o lençol não aflora eu tenho o sistema terrestre e onde só aflora é o corpo aquático. E quando toca a superfície é AU. Todas as pequenas poças d'água estão dentro dessa área. (...). Para mim uma característica clara das AUs, não um fator determinante, é que muitas vezes tem uma evolução rápida, podem se transformar no tempo de forma rápida. Temos AU no Pantanal, mas se for lá na seca é difícil acreditar que é uma AU.

Pode-se dizer que lagoas marginais e meandros abandonados, sejam eles permanentes ou temporariamente preenchidos por água, são considerados como partes das AUs, ou seja, “são interfaces entre o corpo d'água permanente e o continente”. Contudo, com o tempo estes sistemas podem adquirir características puramente de ecossistemas aquáticos e formar novas zonas de interface.

O *Entrevistado 1* também esclarece as situações em que corpos d'água são ou não AUs dentro de uma abordagem escalar:

O rio que passa dentro da vereda eu considero como sistema aquático, mas quando chove muito a vereda enche de poças d'água. Essas poças fazem parte do sistema de AU. No Pantanal, por exemplo, posso até ter canais que podem fluir para os dois lados. As vezes estão cheios de água, com 3 metros dentro deles, e correm bastante. Esses canais fazem parte da AU. O rio Cuiabá e Paraguai não são AUs, eles que vão encher esses canais por 4 ou 5 meses, eles são sistemas aquáticos fundamentais. (...). Mas depende muito da escala que estamos olhando. O ecossistema Pantanal, ele todo é uma AU, mesmo passando um rio dentro. Nessa amplitude, o rio faz parte do sistema da AU. Ele é motor do sistema em grande parte, mas ele propriamente é um corpo d'água permanente. Aí, a escala é muito importante. Tem que ter flexibilidade na hora de olhar.

Nestas falas, entende-se que é difícil estabelecer um limite de espessura da lâmina e da velocidade da água nas AUs, já que a lâmina d'água é variável e a água pode ter uma vazão

expressiva (“correr bastante”). A questão da escala espacial pode ser considerada como fundamental na definição, identificação e delimitação das AUs. Por exemplo, na escala dos ecossistemas do Pantanal e da Vereda, ambos os rios fazem parte da AU, mas na escala de maior detalhe, tanto as AUs quanto os corpos d’água e as áreas de terra firme serão delimitadas separadamente. Essa questão é ressaltada novamente pelo *Entrevistado 1* na foto 12 (Subcapítulo 5.6 – Tipos de AUs), quando diz que “o ecossistema Pantanal, na macro escala, ele todo é uma AU, mesmo passando um rio dentro”.

Para o *Entrevistado 2*, os ecossistemas aquáticos também são AUs, assim, não haveria necessidade de estabelecer um limite de espessura e de velocidade para definir uma AU.

Corpos d’água, como rios, lagoas, represas, são AUs. Assim como a fauna e a flora é aquática, nas AUs também.

O *Entrevistado 3* diferencia ecossistemas aquáticos de AUs e também os diferencia quando compõem um mesmo ecossistema, mas considera uma questão difícil de responder quando um corpo d’água pode ser considerado como uma AU ou não. Os critérios de profundidade da lâmina e da velocidade da água não seriam bons indicadores, ao passo que até onde ocorre a vegetação anfíbia é um parâmetro que poderia ser considerado.

Num ambiente fechado, lacustre, por exemplo, eu falaria que se ele for de pequeno tamanho e tender a evaporar e diminuir muito a sua lâmina d’água, eu consideraria uma AU. Mas se for mais estável e maior em termos de tamanho, eu chamaria de lago. É difícil separar (...).

Um lago, que tivesse pouca variação no nível da água, eu consideraria AU até onde há plantas anfíbias propriamente ditas... porque é muito difícil, não dá para dizer de altura e de velocidade porque isso varia com a luminosidade, com o tipo de planta, estrutura do solo. Tem regiões que podem ter correntezas mesmo nas AUs (...).

O *Entrevistado 4* também diferencia ecossistemas aquáticos de AUs, mas quando ocorrem dentro das AUs os considera como parte do ecossistema, assim como áreas secas. Para o entrevistado, as AUs não apresentam um limite de espessura e de velocidade para a lâmina d’água, pois depende das espécies que irão colonizar o ambiente.

Eu englobaria os corpos d’água aos ecossistemas das AUs, como nas veredas, (...) também incluiria as áreas secas nos campos de murundus, (...) fazem parte de seus ecossistemas.

Para vegetação tem um “limite” da lâmina d’água para espécies, por exemplo, que são enraizadas. Tem um gradiente até onde ela consegue se enraizar e tem uma haste onde ela vai ultrapassar o nível d’água. Mas existem outras espécies que são flutuantes (...) e outras submersas (...).

Também temos alguns exemplos de espécies que colonizam áreas de corredeiras, isso não é um impedimento. Desde águas mais paradas até cachoeiras. É claro que você vai diminuir espécies que são adaptadas a essas condições.

O *Entrevistado 5* entende que a AU pode incluir corpos d'água e/ou terras secas, dependendo da dimensão escalar adotada. Assim, quando existe a presença de corpos d'água nas AUs, estes fazem parte de seu ecossistema. Na escala local, o que diferencia uma AU de um corpo d'água é o ambiente em si e as comunidades que irão colonizá-lo. Dessa forma, não há relação com um limite de espessura e de velocidade da lâmina d'água. Como exemplo, o *Entrevistado 5* citou o Pantanal e a Vereda:

Eu não acho que rio, lago e lagoa sejam AUs, mas são parte de um ecossistema que compõem as AUs (...) porque nesse caso particular você está falando de escala né. (...). O rio é uma coisa, está lá, é um ambiente em si, mas sua interface com a área adjacente é o que gente classificaria como AU. (...). Porque, para mim, a AU é um ambiente que oferece disponibilidade, oportunidade para as espécies viverem lá.

A bacia do Paraguai é o ecossistema do Pantanal, uma AU. Dentro desse ecossistema tem AUs, rios, áreas de nascente, áreas terrestres, que são sistemas diferentes, mas que formam parte dessa bacia.

Dentro da vereda você tem AUs e o rio, ou seja, tem ambiente aquático dentro, (...), que não é AU. Agora ele é parte de um ecossistema maior que se chama vereda, que tem uma escala própria, e a vereda tem vários tipos de AUs, o rio está alinhado dentro da vereda, mas o rio é o rio, tem legislação específica para ele, enquanto a AU não.

**Avaliação:** Entre os entrevistados, somente um deles considera que os corpos aquáticos são AUs. Os outros quatro diferenciam as AUs dos ecossistemas aquáticos, sendo que um deles os considera ecossistemas distintos como um todo. Entre os três que os consideram como parte dos ecossistemas das AUs, dois entrevistados abordaram também a questão da escala do sistema analisado, que é de grande relevância na proteção e gestão das AUs.

Considerando a escala local, a profundidade e a velocidade da lâmina d'água não seriam para nenhum dos entrevistados bons indicadores para diferenciar um corpo d'água de uma AU. Para um deles este fato justifica-se por considerar que AUs são os próprios ecossistemas aquáticos. Para os outros entrevistados depende das próprias condições físicas do local, do tipo ou tipos de espécies vegetais que irão colonizar o ambiente e/ou do próprio funcionamento hidrológico das AUs. Estas variáveis podem apresentar, mesmo diariamente, um comportamento hidrológico bastante variável, dificultando ou mesmo impossibilitando o

estabelecimento de limites de referência. Dessa forma, pode-se dizer que a resposta da vegetação parece ser o melhor indicador da existência das AUs.

### *Saturação do solo/substrato*

Todos consideram a saturação do solo/substrato uma característica presente nas AUs.

O *Entrevistado 1* considera que a saturação do solo já é suficiente para dar origem a uma AU, mesmo se a saturação não for permanente e não atingir a superfície ou não for 100% saturado, pois o tipo de vegetação e as características do solo que irão se estabelecer serão de AUs. Como exemplo, o entrevistado cita as veredas.

Quando o solo está sempre saturado é uma AU porque vai ter características específicas de solo e vai ter provavelmente plantas adaptadas e, eventualmente, quando chover forte, ela vai alagar e as lâminas d'água vão aparecer, mas algumas horas depois já podem desaparecer e fica só o solo encharcado de novo, que é o caso das veredas, muitas vezes. Se o solo for encharcado de forma frequente ou contínua é AU e pode até ficar seco uma parte do ano porque a vegetação que irá se estabelecer sabe dessas condições e até o perfil do solo que vai se estabelecer lá é diferente.

Para mim não precisa de uma profundidade mínima de substrato saturado ou úmido. Se estiver saturada 3 cm está bom. (...). Agora se a água ficasse sempre a 1 metro abaixo do solo isso não seria AU, pois considero AU uma feição de superfície. Para mim a saturação até a superfície ou até um pouco abaixo do solo, tipo uma palma da mão, eu sei que dentro do ciclo anual vai subir ou vai descer, não tem problema. A maioria desses sistemas varia no tempo. É muito raro os lugares que ficam sempre iguais, onde a água fica sempre no mesmo lugar.

Se a vegetação é a mesma de um lugar que não considero AU, então não é uma AU. Se a vegetação não é adaptada não é AU. (...). Não precisa criar um valor mínimo de umidade necessária, é tudo um gradiente de drenagem, tem áreas que vão drenar mais. (...). As herbáceas, principalmente as gramíneas, vão dar a resposta, vão dizer isso para nós. (...). Um critério de umidade podia ser interessante quando for arbórea.

O *Entrevistado 2* afirma que é a saturação do solo que determina a condição de AU, pois cria um ambiente com ausência ou deficiência de oxigênio, determinando o tipo de vegetação e as características do solo. A saturação na superfície pode ser temporária e de profundidade variável.

(...) o que poderia ser discutido é se existe a necessidade de ter uma lâmina de água livre. É necessário ter uma lâmina d'água? ...O que determina a condição de AU do ponto de vista da vegetação é o solo saturado, que vai conferir uma química particular para esses solos, que é um ambiente reduzido. (...). É saturado até a superfície. O solo hidromórfico, o horizonte A está saturado. A saturação pode ser temporária.

Dessa forma, como o *Entrevistado 2* considera que os ecossistemas aquáticos também são considerados AUs, pode-se concluir que resposta da vegetação à saturação do solo que irá diferenciar as AUs dos ecossistemas terrestres.

Para o *Entrevistado 3* “tem que ter água, água no sentido de umidade, saturação, que desenvolve uma vegetação adaptada”. A saturação ou encharcamento não precisa ser até a superfície, pois “quando mexe no solo está visível”, referindo-se as áreas onde os solos estão mais úmidos, quando você escava alguns centímetros a água aflora.

Para o *Entrevistado 4*, o importante é ter uma umidade ou saturação do solo que vai influenciar o tipo de vegetação, independentemente da profundidade de saturação e se saturação está na superfície.

Pode ser água só em subsuperfície e não precisa de exfiltração. Pode ter plantas que colonizam lugares úmidos (...).

Não sei te falar de profundidade mínima de substrato saturado ou úmido. Acredito que não. Difícil dizer, varia muito com o sistema radicular... acredito que não tenha.

A vegetação vem em função da umidade. (...). Tem que ter uma umidade capaz de sustentar essa comunidade que é adaptada a esse ambiente. (...). Para acontecer tem que ter uma saturação do solo pelo menos periódica, sazonal.

Tem muitas gramíneas, piperáceas e diversas outras plantas que a gente sabe que são aquáticas (...) e existem muitos arbustos que são característicos das AUs. Mas, por exemplo, as arbóreas, em áreas muito alagadas, ocorrem em número menor porque não são tantas árvores adaptadas em ambientes mais úmidos. Elas têm que ter várias estratégias de sobrevivência.

Observa-se que a resposta do *Entrevistado 3* converge com a do *Entrevistado 4*.

Para o *Entrevistado 5*, também é a saturação do solo que determina a condição de AU, pois seleciona os seres vivos e forma o solo hidromórfico. A saturação na superfície pode ser temporária e de profundidade variável e geralmente apresentará 100% saturado.

O que eu acho que classifica, o que caracteriza uma AU é a presença de saturação da água até a superfície pelo menos durante um tempinho (...). Se ela não chega a superfície, ela não forma essa camada de solo hidromórfico, (...) ela não seleciona os seres vivos. É a saturação que seleciona se os seres vivos que ali estão continuam existindo, se sobrevivem a essa saturação (...), ela que seleciona as espécies que aguentam e não aguentam aquele sistema. Isso pressupõe que tem 100% de saturação (...). Agora, é difícil afirmar se a saturação precisa ser sempre 100%, não conheço os detalhes de todas as condições dos seres que vivem nessas áreas, o processo de seleção por umidade (...).

**Avaliação:** Para dois entrevistados, a saturação precisa atingir a superfície, nem que seja de forma temporária, e essa saturação será de 100% porque condicionará a ocorrência das espécies adaptadas e a formação dos solos hidromórficos. Mas um destes entrevistados salientou que pode haver espécies típicas de AUs, que ele desconhece, que não exigem saturação sempre de 100%. Os outros três entrevistados não consideraram a necessidade de a saturação atingir 100% e nem a superfície, mas salientaram a necessidade de umidade ou saturação suficientes para promover solos e vegetação característicos de AUs.

Considerando a fala dos entrevistados, pode-se concluir que a presença de água nas AUs é muito dinâmica na escala espaço-temporal e que, dependendo das condições físicas do local e/ou dos tipos de comunidades de espécies que irão colonizar o ambiente, as características da saturação no solo podem ser muito diversas, não sendo possível estabelecer limites rígidos de saturação, profundidade, tempo necessário de permanência e se precisa ou não atingir a superfície. Dessa forma, as características do solo e/ou da vegetação, sobretudo as gramíneas e herbáceas, é que irão dizer, na grande maioria dos casos, se a resposta a saturação foi suficiente para formar uma AU. Assim, as características dos solos e, sobretudo, da vegetação parecem ser os melhores indicadores da existência das AUs.

### ***Permanência e recorrência da saturação e/ou lâmina d'água para manter uma AU ativa***

O *Entrevistado 1* não concebe que,

(...) tem que ter período mínimo de permanência ou recorrência da água para manter uma AU ativa. Vai variar de lugar para lugar (...), a vegetação também vai dizer isso. Se alagar o suficiente para sustentar uma vegetação que tem características de AU, então é uma AU, mesmo que alague a cada 5 ou 10 anos. Agora a área pode até alagar de 5 ou 10 anos, mas se a vegetação não é adaptada isso não é suficiente para chamar de AU, o fato de alagar não caracteriza como AU.

Para o *Entrevistado 2*, o tempo de permanência e recorrência para manter uma AU ativa também “poderá variar bastante”.

Dentro dessa temporalidade, que é bastante variável, dependendo do local, uma planície de inundação, que tem uma inundação periódica nem que seja plurianual, pode ser inundada num regime de 4, 5 ou 10 anos, mas se na fase inundada ela permanecer um longo tempo inundada, essa planície vai desenvolver o solo hidromórfico. Por exemplo, se ela é inundada a cada 5 anos, mas ela fica um ano debaixo d'água, vai desenvolver uma comunidade aquática ali e esse solo vai evoluir para um solo hidromórfico. E depois inunda 5 depois de novo. (...) ou podem ser ciclos curtos também, uma ou até mais de uma vez ao longo do ano.

Vai existir um gradiente se é uma AU porque tecnicamente ela tem comunidades típicas de AUs, o que significa comunidades aquáticas ou anfíbias. Se é uma AU temporária, durante a fase seca vai se instalar uma comunidade terrestre. E mesmo na fase úmida elementos dessa fauna e flora terrestre vão permanecer, que são espécies tolerantes. Aí, vai existir um gradiente de maior ou menor proporção de elementos aquáticos e anfíbios. Desde de 100% da comunidade aquática ou anfíbia até uma proporção bastante menor, indefinida, mesclada com elementos terrestres.

O *Entrevistado 3* disse “não tenho resposta” em relação ao período de recorrência mínimo necessário para manter uma AU ativa. O *Entrevistado 4* pensa que,

(...) a sazonalidade é que vai manter uma AU ativa. O clima da região Sudeste, por exemplo, período chuvoso no verão e período mais seco no inverno, é suficiente para manter. Se tivermos alguma coisa como nos últimos anos com menos água, um clima mais seco, eu acho que vai prejudicar muito a manutenção dessas áreas.

Por sua vez, o *Entrevistado 5* pensa que

Para manter uma AU ativa a situação é diferente do que para formar (...). Na verdade, a exiguidade do tempo não é determinante desde que dê para aquelas espécies completarem seu ciclo de vida.

Esse sistema tem um histórico de ocorrência que tem a ver com a assinatura hidrológica do lugar. A gente sabe que existem locais que permanecem secos durante anos, mas são lugares que tem uma condição de solo e na hora que ela acontece...acontece. Então pode ser por um regime extra temporário de chuva.

**Avaliação:** Nesta categoria, três entrevistados disseram que este tempo de permanência e/ou recorrência da água pode ser bastante variável e um entrevistado disse que a sazonalidade manterá o ecossistema. Para os três entrevistados que consideraram que o tempo é variável, a vegetação é o principal indicador da manutenção hidrológica das AUs. O quadro 5.2 a seguir apresenta uma síntese das principais considerações dos entrevistados sobre o papel da água.

Quadro 5.2 – Síntese do papel da água nas AUs, segundo os entrevistados

Entrevistados	Tempo mínimo	Origem da água	Ecosistemas aquáticos podem ser AUs?	Saturação	Permanência e frequência
1	Não há como definir. Pode ser bem pequeno. Pode ser associado à ocorrência de fatores ecológicos.	Superf. e subsup	Depende das funções ecológicas desempenhadas como sistemas de interface ou como sistemas aquáticos e da profundidade e tamanho aparente. Diferencia ecossistemas aquáticos de AUs, mas quando ocorrem dentro das AUs, os considera como parte do ecossistema, dependendo da dimensão escalar adotada. As características da lâmina d'água podem ser variadas.	Não precisa de lâmina d'água. A saturação do solo já é suficiente.  A profundidade pode ser variada, e a saturação não precisa estar na superfície. O importante é ter uma umidade ou saturação do solo que vai influenciar o tipo de vegetação e as características do solo.	Variável
2	Não há como definir. Pode ser bem pequeno. Condições (físicas) do local	Superf. e subterrânea	Ecosistemas aquáticos também são AUs. Dessa forma, independe das características da lâmina d'água	Não precisa de lâmina d'água. O que determina a condição de AU do ponto de vista da vegetação é o solo saturado, que vai conferir um ambiente reduzido. Esta saturação é até a superfície, sua espessura pode ser pequena e temporária.	Variável
3	Não há como definir. Pode ser bem pequeno. Condições (físicas) do local	Superf. e subsup	Diferencia ecossistemas aquáticos de AUs e também os diferencia quando compõem um mesmo ecossistema. As características da lâmina d'água podem ser variadas. Até onde ocorre a vegetação anfíbia é um parâmetro que poderia ser considerado.	Não precisa de lâmina d'água. Tem que ter água, água no sentido de umidade, saturação, que desenvolve uma vegetação adaptada  A saturação não precisa ser até a superfície.	-
4	Não há como definir. Pode ser bem pequeno. Condições climáticas	Superf. e subsup	Diferencia ecossistemas aquáticos de AUs, mas quando ocorrem dentro das AUs, os considera como parte do ecossistema. As características da lâmina d'água podem ser variadas.	Não precisa de lâmina d'água. O importante é ter uma umidade ou saturação do solo que vai influenciar o tipo de vegetação, independentemente da profundidade de saturação e se a saturação está até a superfície.	Sazonal
5	Não há como definir. Tempo é de longo prazo.	Superf. e subsup	O que diferencia uma AU de um corpo d'água é o ambiente em si e as comunidades que irão colonizá-lo. Diferencia ecossistemas aquáticos de AUs, mas quando ocorrem dentro das AUs, os considera como parte do ecossistema, dependendo da dimensão escalar adotada. As características da lâmina d'água podem ser variadas.	Não precisa de lâmina d'água. É a saturação do solo que determina a condição de AU, pois seleciona os seres vivos e forma o solo hidromórfico. Saturação da água até a superfície pelo menos durante um curto tempo. Se ela não chega a superfície, ela não forma essa camada de solo hidromórfico, (...) ela não seleciona os seres vivos. Pressupõe que tem 100% de saturação, mas difícil de afirmar.	

### 5.3 – Características e delimitação

#### *Critérios identificadores das AUs*

Segundo o *Entrevistado 1*, a primeira etapa para identificar as AUs é analisar imagens e mapas topográficos da área e, em campo, conversar com as pessoas. A vegetação, o relevo e os solos “são critérios que funcionam como indicadores de AUs, critérios no sentido de poder dizer se aqui é uma AU”, sendo que a vegetação é o principal deles, sobretudo quando analisada com a topografia. Os solos hidromórficos já são mais difíceis de serem levantados.

Uma primeira coisa que deveria ser levantada em campo é a opinião de pessoas que vivem na área.

O registro na vegetação (...), a questão geomorfológica e dos solos nos dão informações sobre isso, (...) essas três evidências podem nos dizer que estou num sistema de inundação pulsante, que estou em uma AU.

A vegetação deve ser o primeiro critério a ser observado (...), é um critério realmente para dizer aqui é uma AU (...). Eu acredito que você vai sempre ter características de vegetação diferentes em AUs do que áreas estritamente aquáticas ou terrestres (...).

Posso entender que é uma AU olhando o relevo, o sistema topográfico, saindo da escala puramente local, como num voo, e observando relevo plano, lagoas, rios.

Os solos hidromórficos, mesmo em momento bem seco, apresenta traços da presença de água no solo, através da constituição do próprio solo. (...). Mas a vegetação é mais fácil de identificar que os solos hidromórficos (...) porque as espécies que usam essas condições vão se propagar até certo ponto. (...) Amostras de solo é mais complicado, é preciso de pessoas treinada para fazer isso. (...). O solo hidromórfico também pode ser um problema porque pode contar história do passado, o que aconteceu a 500 anos.

Uma pessoa com formação clara de vegetação e solo, que tenha o treinamento, que já fez levantamento prévio a partir de imagens e mapas topográficos, usando as características mais geomorfológicas, pode dizer em campo se é uma AU em uma visita e de qual tipo ela é (...).

O *Entrevistado 1* também falou que as pequenas AUs também devem ser consideradas.

Canais à beira de rios, por exemplo, principalmente nas zonas de cabeceiras, rios de primeira, segunda, até terceira ordem tem muitas AUs de pequena extensão lateral, que tem tempo de vida que as vezes a gente nem sabe que é AU na época seca, mas que tem papel muito importante a nível hidrológico. Então o tamanho é muito importante de se considerar os pequenos. Então tem coisas que você fazer com a cartografia e tem outras você não vai fazer.

Além disso, o entrevistado falou também da importância de caracterizar os serviços ambientais produzidos para as AUs.

É importante caracterizar os serviços ambientais para proteção de AUs. (...). Uma vez que você determina os serviços ambientais para fins de proteção e gestão, você sabe o que vai gerir e proteger. Então, o importante é saber quais serviços ambientais essas áreas estão produzindo, por exemplo, purificar a água, reter a chuva, controlar o hidrograma do rio. Quando é importante para o ambiente e para os seres humanos você sabe a finalidade da gestão, fica mais fácil. Saber quais são, onde estão e quais serviços ambientais elas fornecem é mais claro a visão da gestão e proteção.

Para o *Entrevistado 2*, a caracterização é feita com base em três critérios, mas “apenas um dos critérios presentes e não os três” é suficiente para enquadrar uma área como úmida.

Para caracterizar uma área úmida se usa três critérios, que já são clássicos na literatura e tem muito conceito sobre isso... presença de água, flora aquática ou anfíbia e solo hidromórfico....

Aí, eu entendo que qualquer uma dessas três características é suficiente para caracterizar uma área como úmida.

O primeiro critério é a presença de uma lâmina d’água ou de um solo saturado temporário ou permanentemente (...).

O segundo critério seria a presença de comunidade aquática ou anfíbia.

O terceiro critério seria solo hidromórfico. (...). Uma vez que este solo se desenvolveu ele vai ser hidromórfico.

A identificação e caracterização das AUs com base em somente um critério podem gerar dúvidas. A presença de lâmina d’água, assim como da vegetação, pode variar bastante ao longo das estações e do ano e um solo pode continuar denunciando hidromorfismo mesmo depois de ter mudado de categoria, ou seja, a área não é uma AU, mas o solo apresenta características hidromórficas.

Para o *Entrevistado 3*, as AUs são identificadas e caracterizadas “pela presença de água, solo e vegetação adaptada. Podem estar os três associados ou não”, mas tem “duas das três características”. Além disso, considera “importante dar o tamanho também na hora de caracterizar e classificar”.

A presença de água, permanente ou temporária.

Solo hidromórfico, como aqueles escurecidos (...), a má drenagem produz uma decomposição anaeróbica da matéria orgânica e forma essa cor mais escura. (...) olho as características mais gerais do solo.

Vegetação adaptada, que desenvolve tecido como aerênquimas, que está adaptada a condição anfíbia. Pode ter água, pode não ter, mas consegue

desenvolver um tecido se for necessário rapidamente em função da presença de água.

Se o solo e a vegetação estão presentes, mesmo que não tenha água, uma visita de campo é suficiente. (...) por exemplo, porque você vai fazer sua avaliação em um dado momento, pode o solo estar sem água, mas o solo tem características hidromórficas e tem plantas que produzem potencialmente ou estão com aerênquimas.

A gente precisa de uma classificação que não tenha que ir lá sazonalmente. No Sul, por exemplo, tem quatro estações.

Além dos três critérios de identificação e caracterização, o *Entrevistado 3* também diz que o relevo auxilia no processo de identificação e caracterização das AUs.

Claro que o fator determinante da origem, o relevo, vai conduzir essas duas outras características ou não. Não posso me desligar do relevo então. Assim, poderia colocar como uma característica para identificar e caracterizar as AUs, o relevo, a água, o solo e a vegetação.

Há AUs em áreas deprimidas por acúmulo de água pluvial, ou em vertentes com nascentes.

O *Entrevistado 3* menciona que “as vezes não tem a vegetação por “n” razões, como até por afloramento rochoso, mas eu tendo a dizer que a vegetação é um indicador bem importante”. No caso de afloramento rochoso (ausência de solos), o *Entrevistado 3* considera que o relevo rebaixado e a presença de água poderiam classificar a área como úmida, mas mesmo assim tem “...muita dúvida. Você tem dois critérios, um que não cabe (solo) e outro que não pode ser avaliado (vegetação)”, como ocorre na cavidade subterrânea da foto 14 (item 4.6).

Dessa forma, pode-se dizer que, para o *Entrevistado 3*, o relevo pode ser considerado em alguns momentos como um critério de identificação/caracterização, mas geralmente atua mais como um critério auxiliar quando comparado com os outros três critérios (presença de água, solo hidromórfico e vegetação). Outro exemplo que poderia gerar dúvidas, no caso da necessidade de ter dois destes três parâmetros, ocorre com as AUs alteradas.

Em relação à identificação das AUs em campo, o entrevistado pensa que uma visita de campo pode não ser suficiente em determinados contextos. Como exemplo, em um ano em que o clima registrou menor pluviosidade e não há como identificar em uma visita de campo se o solo hidromórfico presente é atual ou passado ou se aquela vegetação que está ali apresenta mais espécies terrestres porque não chega mais água naquele local ou porque o regime hidrológico daquele ano foi mais seco, uma visita pode não ser suficiente.

Na opinião do *Entrevistado 4*, os aspectos que devem ser levantados para identificar e caracterizar as AUs em campo são a vegetação associada as AUs e a presença de água.

Ocorrência dessa vegetação típica (...). A vegetação vai ser o retrato dessa AU. Vai indicar se ali é uma AU.

Presença da água.

O ideal para identificar e caracterizar uma AU é visitar em um período de seca e um de chuva, porque em época de chuva outras tantas AUs serão avistadas, que anteriormente poderiam não aparecer em função da sazonalidade.

Tem espécies que vivem muito bem dentro d'água, mas quando não tem chuva ou quando esse corpo d'água retrai um pouco, elas sobrevivem até em condições um pouco mais secas... daria para identificar pelas características de alguma vegetação que tenha sobrevivido lá na época seca... porque identifico algumas espécies que eu sei que são de AUs e elas estão ali menores, mais secas, e eu sei que quando vier uma chuva elas irão se alastrar (...), como por exemplo o que acontece com as espécies anfíbias. (...). Ela desenvolve mecanismos de colonização dentro daquele ambiente úmido, totalmente diferente que ela é quando a lâmina d'água não está ali. (...). Aí, sei que ela é uma área alagada em determinada época do ano.

Para o *Entrevistado 5*, um “ambiente de solo hidromórfico com espécies adaptadas” é que “irá indicar a existência das AUs”. A conjunção desses elementos, “(...) para mim, é preciso ter as 2 coisas juntas”, que irão identificar e caracterizar as AUs. Além disso, falar com as pessoas do local é importante, pois “dependendo da área, é difícil saber chegando lá e olhando, tem que conversar”.

As AU são identificadas e caracterizadas pela presença de espécies adaptadas a esse tipo de ambiente e pela existência de solo hidromórfico.

Uma AU pode estar seca quando você for no lugar, então a presença de solos hidromórficos e a presença de uma comunidade de plantas ou animais adaptados a esse sistema vão te indicar a existência de uma AU. (...). Agora não necessariamente essa comunidade estará na sua forma vegetativa plena, mas pode ter ovo, larva dormente naquele lugar, aí, quando a condição for favorável, essa comunidade eclode. (...) tem espécies que são sazonais de curto prazo, que surgem naquele período depois vão embora (...), mas eventualmente espécies podem ter processos que retardam, quer dizer, você tem uma condição climática não favorável aquela semente ou aquele esporo ou aquele ovo, e pode ficar ali por mais tempo. As espécies que habitam esse sistema, tem espécies de tempo curto e de tempo longo (...), e a mesma espécie pode ter estratégia de disseminar propágulo de curto prazo e de longo prazo. Aí você vai ter a eclosão, isso favorece um grupo ou outro dependendo das circunstâncias.

Dependendo de como funciona o tempo, você pode ter um sistema que é igualzinho ao sistema terrestre, mas que no momento da enchente se transforma em um ambiente diferente, com grupo de espécies totalmente diferentes.

É necessário que se visite pelo menos 2 vezes para ter uma ideia que aquilo não se transforma. Por exemplo, no rio Pantanal tem área de campo que vira AU da noite para o dia. Chega a enchente, começa a aparecer espécie, estava tudo lá, mas estava tudo dormente, você olhava e era uma área de pastagem, só que ela se transforma em vazante em poucos dias. Em poucos dias você já vê essa mudança na vegetação.

Para o *Entrevistado 5*, o tamanho da AU não faz diferença, pois pequenas AUs interligadas podem formar um importante ecossistema. A questão mais importante é avaliar se a AU é natural ou antrópica e qual é sua relevância ecológica e hidrológica para fins de conservação.

É importante caracterizar a conectividade com corpos d'água e/ou com o lençol freático e as espécies.

(...) o tamanho de uma AU individual tem nada a ver com o tamanho da ocorrência daquele ecossistema de AUs.

(...) no caso dos Vernal Pools<sup>26</sup>, nos Estados Unidos, tem 10 mil pocinhas de um metro de diâmetro. (...). Pensando no ponto de vista da existência de um banco de dados de AUs, você imagina (...) determinado lugar onde querem fazer um shopping center, se tiverem que pagar por cada AU destruída, cada pocinha (...), vão fazer em qualquer lugar. Mas agora a presença e a caracterização de espécies anuais e dos solos hidromórficos para a formação de um sistema, que pode ser disperso no espaço, pode ser a congregação de um milhão de pocinhas de um metro de diâmetro, mas é um sistema vernal, o sistema está lá. Aí, se quiserem construir o shopping center em uma AU terão que criar ou pagar por uma AU, terão que mitigar, fazer uma compensação do que estão destruindo. (...). O balanço tem que ser ou positivo ou no mínimo zero.

Agora tem AU com valor limitado para conservação. Ela hospeda espécies ali, tudo bem, mas ela uma AU natural ou artificial? Artificial (...). As espécies são oportunistas, (...) não é um ambiente que vai possibilitar uma migração. Tem alguma contribuição relevante no lugar onde estou? Isso é uma particularidade, não é uma pressuposição.

**Avaliação:** A avaliação desta categoria foi feita juntamente com a categoria de delimitação, a seguir, com o objetivo de facilitar a sua compreensão, visto que os entrevistados abordaram essas subcategorias de forma comparativa.

---

<sup>26</sup> Vernal Pools: AUs depressionais temporárias, que fornecem habitat para diferentes tipos de plantas e animais. Variam em tamanho de pequenas poças a lagos rasos, formando um conjunto de lagoas temporárias.

### ***Delimitação***

Para o *Entrevistado 1*, a delimitação é um processo mais complexo. Os critérios utilizados são os mesmos que aqueles utilizados para identificação e caracterização (a vegetação, o relevo e os solos), juntamente o auxílio de imagens e mapas topográficos. Conversar com os moradores locais também deve fazer parte do processo de delimitação.

Delimitar é complicado (...), depende muito do tamanho dessas áreas, principalmente quando são áreas de interface, elas variam de tamanho. (...).

Os critérios são os que eu falei antes e também procurar por bons mapas topográficos e imagens lugares para delimitar áreas para confirmar em campo. Se tiver como falar da vegetação com a imagem já auxilia. (...). A vegetação, se observada juntamente com a topografia in loco, pois os mapas topográficos no Brasil não são suficientemente precisos (...), ela pode determinar até onde vai uma AU.

As plantas podem não fornecer o tamanho máximo de uma AU até porque o regime hidrológico pode variar muito de ano para outro, mas vão dar uma média e uma certa frequência das inundações, isso fica claro com as herbáceas, já com as arbóreas é mais difícil, pois depois de estabelecidas não vão mover tão fácil.

A vereda, por exemplo, é bem delimitada pelo solo e pela vegetação. Na vereda você tem solo hidromórfico, a água não escoar bem e não tem mais vegetação de cerrado, e sim gramíneas e arbustos bem pequenos até chegar na mata ciliar. Se drenar as veredas, o cerrado vai entrar nesses lugares. Há um limite claro com a vegetação.

(...) uma visita pode não ser suficiente para delimitar. Mas uma pessoa treinada, que usa recursos do campo e fala com as pessoas locais, vai muito longe em termos de resultados em uma visita.

Além disso, o entrevistado falou da importância da delimitação e do mapeamento das AUs e novamente dos serviços ambientais fornecidos pelas AUs para fins de proteção e gestão.

A delimitação e o mapeamento são importantes para fins de gestão e proteção. Temos que saber onde estamos, a classificação vai servir muito para isso. Dependendo do tipo podemos listar os serviços ambientais que estas áreas podem fornecer que estão ligados frequência e a área coberta. Uma área aparentemente pequena pode ser frequente e extensa no final.

O *Entrevistado 2* também considera a delimitação uma questão bem mais complexa.

A questão da delimitação é mais delicada porque implica medir em campo até onde um desses elementos - presença de lâmina d'água/saturação, vegetação ou solo hidromórfico - chega.

Essa é uma discussão bem mais complexa (...), tem muita literatura e muita discussão, especialmente porque nas margens as AUs tipicamente têm a

presença d'água oscilante. Tem a oscilação de nível d'água. Até onde vai a AU? No nível máximo da enchente? A enchente num tempo de recorrência de 100 anos, 50 anos, 10 anos, 5 anos, anual, o nível médio? Isso dá uma discussão bem grande.

Mesmo que “um dos elementos seja suficiente” para delimitar as AUs, uma visita de campo pode ou não ser suficiente, pois “vai depender da situação”. Como exemplo o *Entrevistado 2* disse:

Se é uma região onde tem um solo desenvolvido, como vai ser o caso de MG. O solo leva no mínimo 100 anos para desenvolver e ele vai levar esse mesmo período de tempo para trocar de categoria.... Essa marca do solo é quase permanente. Ele está lá. O solo é o solo independente da época do ano que você for. (...), então do ponto de vista do solo você pode ir a qualquer momento, a marca do solo fica lá.

Se for numa região costeira, por exemplo, onde a geologia é jovem, onde tem muita areia, não existe solo desenvolvido ainda, aí o solo não é um bom indicador. Você vai precisar da vegetação ou da água.

A vegetação se for permanente tanto faz a época do ano. Se for uma vegetação anual, no sentido de só dá uma época do ano, depende da época.

A presença da água é a mais volúvel desses critérios porque se for uma AU que fica inundada uma semana ou um ano ou se fica inundada em intervalos maiores, não vai ser fácil identificar a presença de água em uma visita.

Na concepção do *Entrevistado 3*, a delimitação das AUs em campo deve ser feita

A partir das mudanças de textura, estrutura do solo e da transição de uma vegetação anfíbia para outro tipo de vegetação. Se não tivesse mais plantas, no caso de uma agressão, onde as plantas foram retiradas, eu delimitaria pelo solo.

Os solos mantêm os registros mesmo após drenar, logo ele não deixaria de ser para efeitos de uma multa, para dizer que aquilo não era uma APP. Mas o funcionamento ecológico ficaria completamente comprometido, a não ser que houvesse uma recuperação em termos da retirada do dreno, cercamento dessas áreas, para que a vegetação se recompusesse.

Quando as AUs ocorrem em áreas de transição (espacial) entre ecossistemas terrestres e aquáticos, o *Entrevistado 3* pensa que é “muito difícil delimitar um sistema de transição, mas a ciência não é tão rígida, o mais importante do que esse detalhe é ter um conceito geral de AU”.

O *Entrevistado 4* considera “muito complicada. Eu definiria pela vegetação, onde ela termina. Pela vegetação você consegue ver onde a água está sempre indo e voltando. Ou

também se tiver uma boa identificação do solo.” Além disso, para o entrevistado, o relevo pode dimensionar as AUs, como por exemplo, “uma área mais plana vai dimensionar essa AU”.

Para o *Entrevistado 5*, a delimitação é feita por meio de um “conjunto de três critérios, registro de água, solo hidromórfico e presença das espécies, seja na sua forma adulta ou na sua forma de propágulo”, e é provavelmente o maior desafio na pesquisa de AUs. A realização de entrevistas com os moradores locais e a avaliação de diversas fontes de consulta também devem fazer parte do processo da delimitação. Pela fala do *Entrevistado 5* fica implícito que o relevo auxilia no processo de delimitação das AUs.

Delimitar as AUs em campo talvez seja o mais difícil. Para mim, como especialista em AU, seria o nível máximo da maior enchente, que é onde a coisa vai funcionar, como se fosse a extensão máxima da sanfona. (...). O solo hidromórfico é um dos elementos para delimitar, mas diria que não é só isso (...), o ideal é usar espécies indicadoras. Só que a espécie não necessariamente está lá se você não pegou o pico da maior enchente, (...) uma comunidade, dependendo do histórico de inundação, ela vai para um lado ou vai para o outro. Então a comunidade oscila no tempo e ela cria um sistema de sucessão com base em catástrofes, não no sentido de destruição, mas de alteração dramática da dinâmica hídrica. (...). Agora, ela tem uma limitação espacial também, quer dizer, ela não vai onde o relevo não propicia, a água não sobe.

No caso de áreas planas, o que acontece é que, às vezes, não existe auto correlação espacial, ou seja, sou seu vizinho e você está 20 centímetros acima de mim no solo, de repente, eu estou sujeito a pressão de inundação e você não. Então, estamos um do lado do outro, mas eu vou desenvolver uma comunidade X que aguenta a saturação e você não.

No Pantanal, você pode ter 15 anos de seca e 15 anos de enchente. A ocupação do espaço se dá em função desse regime, a história define o que está lá naquele momento, mas se você tem um período sazonal diferente, aquela comunidade volta. Então a adaptação das plantas ao sistema tem a ver com esse histórico de inundação e obviamente o relevo subjacente. (...). Se você chegasse no Pantanal na década de 70 e olhasse aquele lugar, você iria dizer aqui não tem AU, tem uma depressão, mas está cheio de capim, comunidade de arbusto (...). Passou três anos de enchente naquele mesmo lugar, aquelas plantas darão lugar a outras, seja por colonização exógena, seja por eclosão de quem estava ali. Aí, quando você olha, a AU passa a existir.

Na hora de delimitar, se tiver a presença de corpos d'água, eu os incluiria, mas com essa ressalva, o rio tem o seu nome e a wetland adjacente tem seu nome. (...) também tem que conversar com pessoas. Inclusive a memória climática das pessoas é restrita a um período de no máximo 25 anos, o que os estudos dizem. Então, para delimitar você tem que pegar várias fontes diferentes para saber onde a AU está no espaço (...).

O *Entrevistado 5* diz que “para gestão, por exemplo, a bacia ou área de captação também é importante” nos processos de delimitação, assim, deve-se considerar, além da AU, suas áreas de recarga, quando existentes.

Delimitar a AU para caracterizar é uma coisa, para gestão é outra. Para gestão, por exemplo, quando eu falo de Pantanal raramente eu falo só da planície pantaneira porque tem uma área de captação de água que leva ele a ser o que ele é. Se você destrói essa área de captação, o Pantanal também é destruído ou ele muda no sentido que vai mudar a dinâmica daquele lugar.

Se você define que o limite é aqui, mas essa água vem de 50 metros adiante de um olho d'água, quer dizer, que só enche em um determinado período, que só extravasa para lá no outro período, você não vai encontrar... (...) o nosso maior problema é que o país não reconhece AU porque tem conflito de usuário, querem destruir as AUs.

Dessa forma, para o *Entrevistado 5*, a saturação do solo até a superfície, seja ela permanente ou temporária, as características das espécies vegetais e do solo e da forma do relevo são considerados elementos necessários para formação, identificação, caracterização e delimitação das AUs. Para este entrevistado, pode-se dizer que a delimitação das AUs para fins de proteção e gestão, sejam elas de qualquer tamanho, “depende da finalidade” de cada AU, ou seja, depende da sua função ambiental/ecológica desempenhada e, portanto, devem ser analisadas sempre no contexto da paisagem, já que uma pequena AU pode fazer parte de um complexo ecossistema úmido, que deve ser considerado em sua totalidade.

**Avaliação:** Apenas um entrevistado considera que somente um critério (presença de água, solo hidromórfico e vegetação adaptada) é suficiente para identificar/caracterizar e delimitar as AUs, já que ecossistemas aquáticos também são AUs. Contudo, delimitar sistemas de transição com base em critérios pode gerar dúvidas, pois são muito dinâmicos ao longo do tempo. Um entrevistado considera que dois entre os três critérios (presença de água, solo hidromórfico e vegetação adaptada) são suficientes, sendo que o relevo auxilia na identificação/caracterização e delimitação e, dependendo do tipo de AU, também pode atuar como um critério. Para os dois entrevistados que mencionaram os critérios de vegetação associada às AUs e presença de água, um também considera o relevo como um critério necessário para identificar e delimitar. O outro considera que, dependendo do caso, pode dimensionar o tamanho da AU. Por fim, apenas um entrevistado avalia que é necessário ter um ambiente de solo hidromórfico com espécies adaptadas para identificar/caracterizar/ser uma AU e que, para a delimitação, o relevo também auxilia.

Os especialistas também se divergiram em relação ao número de visitas de campo necessário para identificar/caracterizar e/ou delimitar as AUs, mas todos os entrevistados disseram que a questão da delimitação é bem mais complexa.

Nessa categoria destaca-se a importância de identificar-se os serviços ambientais e/ou a relevância ecológica e hidrológica das AUs em termos de gestão e proteção. O quadro 5.3 a seguir apresenta uma síntese das principais considerações dos entrevistados em relação as características e a delimitação das AUs.

Quadro 5.3 - Síntese das características de identificação e delimitação das AUs, segundo os entrevistados

Entrevistados	Identificação/ Caracterização	Delimitação
1	<p>Três critérios/indicadores para identificar/caracterizar: vegetação, o relevo e os solos.</p> <p>Auxílio de imagens e mapas topográficos.</p> <p>Conversar com as pessoas do local.</p> <p>Avaliar os serviços ambientais que as AUs fornecem.</p> <p>Uma visita de campo é suficiente para dizer se é AU e qual seu tipo.</p>	<p>Para delimitar é complicado.</p> <p>Depende do tamanho dessas áreas, principalmente quando são áreas de interface.</p> <p>Os critérios utilizados são os mesmos (vegetação, relevo e solos), juntamente o auxílio de imagens e mapas topográficos e entrevistas com os moradores locais.</p> <p>Os serviços ambientais, a delimitação e o mapeamento são importantes para gestão e proteção. Uma visita pode não ser suficiente para delimitar.</p>
2	<p>Três critérios, sendo um suficiente para identificar/caracterizar: presença de água, flora aquática ou anfíbia e solo hidromórfico.</p> <p>Uma visita pode ou não ser suficiente.</p>	<p>Questão bem mais complexa.</p> <p>Medir em campo até onde um desses três elementos (presença de água, vegetação adaptada e solo hidromórfico) chega.</p> <p>Uma visita de campo pode ou não ser suficiente: vai depender da época do ano e/ou do critério.</p>
3	<p>Três critérios, sendo dois geralmente suficientes para identificar/caracterizar: presença de água, solos hidromórficos e vegetação adaptada, que está adaptada a condição anfíbia.</p> <p>O relevo pode ser considerado em alguns momentos como um critério de identificação/caracterização, mas geralmente atua mais como um critério auxiliar.</p> <p>Uma visita de campo é suficiente quando as características hidromórficas do solo e a vegetação adaptada forem identificadas.</p>	<p>Muito difícil delimitar quando é uma área de transição espacial entre um ambiente aquático e terrestre.</p> <p>A delimitação considera as mudanças de textura, estrutura do solo e da transição de uma vegetação anfíbia para outro tipo de vegetação. Se não tiver mais plantas, delimita-se pelo solo.</p>
4	<p>Dois critérios para identificar/caracterizar: presença de água e de uma vegetação associada, como de espécies anfíbias.</p> <p>O ideal é realizar duas visitas (período seco e chuvoso).</p>	<p>Questão muito complicada.</p> <p>Define pela vegetação, onde ela termina, ou também se tiver uma boa identificação do solo. O relevo pode dimensionar as AUs.</p>
5	<p>Dois critérios para identificar/caracterizar: Ambiente de solo hidromórfico com espécies adaptadas.</p> <p>Conversar com as pessoas do local.</p> <p>A questão mais importante é avaliar se a AU é natural ou antrópica, e qual é sua relevância ecológica e hidrológica para fins de conservação. Visitar pelo menos 2 vezes.</p>	<p>É provavelmente a questão mais difícil.</p> <p>Conjunto de três critérios, registro de água, solo hidromórfico e presença das espécies, seja na sua forma adulta ou na sua forma de propágulo.</p> <p>O relevo auxilia no processo de delimitação.</p> <p>Entrevistas com os moradores locais e fontes secundárias.</p> <p>Delimitar bacia ou área de captação também são aspectos importantes para delimitação</p>

## 5.4 – Aspectos conceituais

### *AUs como sistemas de transição/interface entre ambientes terrestres e aquáticos*

Em relação às AUs como sistemas de transição/interface entre ambientes terrestres e aquáticos, o *Entrevistado 1* disse que:

Quando se fala em interface normalmente o mais comum é a interface terrestre e o sistema aquático, como na zona litorânea que pode ter bastante AUs e no caso dos sistemas de planícies de inundação também, onde tem um rio que pode alimentar diversos lagos e esses vão ter áreas de interface que são pulsantes.

Pode ser espacial e temporal. Geralmente isso acontece quando tem um corpo d'água por perto, estou movimentando no tempo entre uma AU e a área seca. (...).

... Também pode ter um lençol que sobe e da origem a uma AU..., quando o lençol baixar essa AU pode secar. Posso ver isso como uma interface temporal. (...). Pode acontecer também em sistemas que originados pela água da chuva..., não tem um sistema aquático que dá origem, que é a origem da água. (...).

Mas, conceitualmente, o *Entrevistado 1* concebe que toda AU é uma interface:

Conceitualmente ela é uma interface entre aquático e terrestre porque também se tiver muita água, não é mais úmida, e sim aquática. Aí, temos que considerar uma interface aquática e terrestre, mas não quer dizer que tem que ter necessariamente um sistema aquático próximo. (...). Conceitualmente ela é uma interface entre aquático e terrestre, é importante isso ser notado, ela não é nem um sistema terrestre e nem um sistema aquático.

Conforme a própria fala do entrevistado no item 5.2 (na subcategoria “Ecosistemas aquáticos e características da lâmina d'água”), os sistemas originados pelo nível freático e pela água pluvial podem se tornar sistemas puramente aquáticos em poucos anos e gerar novas zonas de interface, pois geralmente apresentam capacidade de se transformarem no tempo de forma relativamente rápida. Mas é importante ressaltar a importância da escala de análise espacial, também abordada nessa subcategoria, já que dependendo do seu recorte espacial, uma AU pode englobar corpos aquáticos, como na escala dos ambientes do Pantanal e da Vereda.

O *Entrevistado 1* concordou que essa interface seria como um ambiente/sistema único, que não é nem terrestre e nem aquático. Como exemplo, foi citado o pântano:

O pântano é um bom exemplo, ele está sempre lá, não é pulsante, mas sabemos que não é um lago, mas também não é terrestre. Lá existe um ecossistema que

corresponde a ele, esse é um critério muito importante. Tem uma vegetação e animais adaptados a esse sistema, que não é nem aquática e nem terrestre. Todo mundo vai dizer isso, o pântano não é nem um lago e nem um sistema terra firme.

Para o *Entrevistado 2*, as AUs são consideradas sistemas de interface entre ambientes terrestres e aquáticos quando ocorrem entre estes dois ambientes. Porém, como o entrevistado também considera os corpos aquáticos como AUs, estas não se restringem aos ambientes de interface. Para este entrevistado, essa questão depende da visão do pesquisador.

Tem AUs que são transicionais entre um ambiente aquático e outro terrestre, a AU pode ser esse ambiente transicional, então para algumas pessoas existe o lago, na margem do lago existe uma AU e depois vem a parte terrestre. Essa é a concepção da AU como um ambiente transicional.

Para outros pesquisadores em outras classificações é uma questão de escolha de definição, de convenção, que o ambiente aquático é uma AU. O rio é uma AU. Não é apenas o ambiente transicional, ela é todo o ambiente aquático, incluindo a área marginal sujeita a inundações periódicas. Então ela inclui a área de inundação transicional, ela não é apenas área transicional. Aí é uma questão de convenção.

Eu prefiro enxergar todo o ambiente aquático, inclusive o transicional, como um ambiente úmido, porque é um sistema só do ponto de vista do funcionamento da dinâmica.

A convenção de Ramsar estabelece 6 metros de profundidade porque ela tem objetivo de fazer gestão, fazer política, então propôs-se um conceito pensando na gestão de quais ambientes administrar. Por isso colocou-se esse ponto de corte, no mar, até 6 metros. Esse corte foi feito para os ambientes marinhos e não para os ambientes continentais. Por que seis metros? Para estabelecer um ponto de corte, para não considerar o oceano inteiro como uma AU. Mas é um ponto de corte arbitrário. O que interessa são as áreas marinhas costeiras utilizadas pelas aves aquáticas migratórias, até seis metros pega o ambiente que essas aves utilizam. Então 6 metros está bom, pois a decisão/ classificação tinha como esse objetivo né, que é fazer gestão desses ambientes.

Dessa forma, o *Entrevistado 2* deixou claro que corpos d'água, lóticos e lênticos, são AUs independentemente da sua profundidade e extensão.

No caso do *Entrevistado 3*, as AUs “são áreas em transição entre estes dois ambientes, envolvendo fatores bióticos e abióticos de ambos ecossistemas”, mas salienta novamente que há dificuldades de estabelecer limites, pois “não são ambientes aquáticos que tem uma fauna e flora mais característica em resposta também aos fatores abióticos, e nem terrestres que igualmente tem características diferentes”.

Para o *Entrevistado 4*, o conceito de AUs deve contemplá-las como ambientes de interface entre sistemas aquáticos e terrestres.

Pode ser a interface espacial e temporal. Não necessariamente precisa estar sempre entre o ambiente aquático e terrestre. Por exemplo, áreas pantanosas podem estar sempre em condições de alagamento e são AUs. (...). Ela pode ser sempre úmida e não necessariamente ela ser só o ecótono. Apesar de que esta variação, para mim, está dentro do conceito de AU. Não precisa ser sempre ecótono. Ela tem os dois elementos, mas não é só. Ela pode ser mais aquática do que só da transição. (...). Ela pode estar em ambientes que tem espécies que colonizam em ambientes de AUs totalmente alagados durante maior parte do ano ou ano inteiro e existem aquelas que são exatamente colonizadoras de ambientes com umidade um certo período do ano e mais seco em outro período.

De acordo com a fala do *Entrevistado 4* é possível interpretar que as AUs são consideradas como ambientes de interface entre sistemas aquáticos e terrestres, mas não somente em termos espaço-temporais e sim também como um ambiente único, pois, por exemplo, a AU “pode ser sempre úmida e não necessariamente ser só o ecótono”, como as áreas pantanosas, que também foram exemplificadas pelo *Entrevistado 1*.

Por fim, o *Entrevistado 5* também considera que as AUs são sempre ambientes de interface entre sistemas aquáticos e terrestres.

Essa transição é espacial, mas na verdade ela é as duas coisas, ela ocorre no tempo e no espaço. As AUs têm essas características. Elas crescem e diminuem em função da disponibilidade de água naquele sistema, ao longo do tempo.

A AU é a transição, é a área de interface. A AU é um ecossistema também. Ela não é um rio, um tipo de ecossistema, e nem uma área seca, outro tipo de ecossistema. Ela é uma AU, como se fosse um ecótono entre os dois sistemas, mas com espécies próprias, formando um ecossistema único.

(...) você pode ter AU pluvial ou água subterrânea (...) e é uma transição (...), ela é uma manifestação da transição porque a transição está no lençol ou no sistema pluvial (...), transicionou aquele ambiente que era terrestre para um aquático. (...). Não precisa ter conectividade com ecossistema aquático. (...). Ela é uma transição.

Dessa forma, também para o *Entrevistado 5*, ao definir uma AU como um sistema de interface entre sistemas aquáticos e terrestres, não significa que esteja espacialmente entre um ambiente aquático e outro terrestre, e sim que ela é um ambiente específico e que pode apresentar diferentes condições secas e aquáticas no espaço e no tempo.

Nota-se que os *entrevistados 4 e 5* apresentaram diferentes concepções de AUs em relação a ser ou não ecótono. Para o *Entrevistado 4*, AUs são ecótonos quando localizam-se em

áreas de transição entre sistemas aquáticos e terrestres, enquanto o *Entrevistado 5* pensa que, mesmo quando as AUs estão em áreas de transição entre esses ambientes, elas não formam um ecótono, pois suas espécies são próprias. Porém, o *Entrevistado 4* também concorda que há uma vegetação típica associada às AUs. Conforme apresentado no Capítulo 3, verificou-se que o termo ecótono pode ser ambíguo, pois, dependendo de qual ecossistema está sendo tratado, pode ser empregado de ambas formas. Ecossistemas maiores e mais complexos de AUs formam ambientes únicos, ao passo que pequenos ecossistemas podem constituir-se em ambientes transicionais. Dessa forma, em um conceito de AUs, usar o termo ecótono pode ser pouco claro.

**Avaliação:** Observa-se que entre as cinco respostas, somente uma aborda os ecossistemas aquáticos também como AUs. Quatro respostas convergem ao considerar que as AUs são conceitualmente interfaces entre ambientes aquáticos e terrestres, no sentido de que elas não são ecossistemas terrestres e nem aquáticos. Contudo, tal interpretação parece ainda pouco clara, pois “interface” pode ser concebida como observou-se na fala dos entrevistados, em termos espaciais e, secundariamente, temporais e espaço-temporais, e até outras alternativas. Diante disso, como as AUs podem apresentar diversos “tipos de interface”, o termo “interface” ainda carece de qualificação.

#### ***Outro(s) critério(s) para definição de AUs***

Em termos de critérios para definição de AUs, o *Entrevistado 1* explica que:

A AU, dentro do ciclo anual dela, tem que ter quantidade suficiente de água para ser considerada como úmida. Acho que cobertas por águas rasas pelo menos uma parte do ano isso no Brasil eventualmente vem acontecer, mesmo se já tiver o mínimo de encharcamento possível. A vegetação associada a substratos úmidos é a parte fundamental. Não precisa dizer que essa vegetação é anfíbia e aquática porque, por exemplo, acho que nos campos de murundus não acontecem essas coisas. O anfíbio é mais associado a animais, e a vegetação aquática nem sempre tem. Em termos de solos, prefiro solo mal drenado que hidromórfico, pois uma área jovem ainda não deu tempo de formar um solo hidromórfico, e também se eu tenho um solo hidromórfico ele é necessariamente mal drenado. Não tem solo hidromórfico bem drenado (...). E o solo hidromórfico, como já falei, pode contar história do passado.

Para o *Entrevistado 2*, a presença de “qualquer um dos três critérios - presença de água ou solo saturado, vegetação aquática ou anfíbia e solo hidromórfico” já configura como uma AU. Salienta-se que conforme o entrevistado, “o que determina a condição de AU do ponto de vista da vegetação é o solo saturado”.

O *Entrevistado 3* considera duas características necessárias para definir uma área como AU:

Ao menos duas características entre as três - presença de água, mesmo que temporária, associada ao solo e a vegetação - são suficientes para definir uma área como uma AU. Estes solos são hidromórficos e a vegetação adaptada a condição anfíbia.

O *Entrevistado 4* considera que, além das AUs serem sistemas de interface entre ambientes aquáticos e terrestres, a definição deve incorporar como critério “a questão da água durante um período”, pois “para ocorrer uma AU, como eu considero, com a vegetação e o solo mais saturado, é a questão de a água estar ”.

Sempre que tiver um alagado, que não for com uso diferente, como uma área de plantio de algo, por exemplo, ela vai se constituir uma AU. Naturalmente, as espécies que colonizam aquela área vão estar ali. Eu sempre penso associado a uma vegetação. Então as condições para ocorrer uma AU, como eu considero, com a vegetação e o solo mais saturado, é a questão da água estar. A AU, no seu conceito, sempre vai extrapolar para aquele ecossistema, então você vai ter que sempre imaginar que ali vai ter uma colonização associada em função daquela disponibilidade hídrica.

(...) para definir esse ecossistema, você não pode separá-lo das outras coisas que estão junto. Então é esse ecossistema que você está definindo. É um ecossistema que já vem junto a vegetação, que é típica daquela área, que tem uma questão de água, de solo.

Eu não sei sobre o solo hidromórfico ..., mas também nem todo solo saturado vai dar origem a um solo hidromórfico, e principalmente porque se você tiver na AU de origem antrópica, ela não necessariamente estaria com um solo nessas condições, de solo hidromórfico. Por exemplo, um reservatório vai constituir uma AU porque a margem daquele reservatório vai ter agora uma característica diferente, que não tinha antes, e vai proporcionar ali uma AU. Mesmo não tendo solo hidromórfico pode ter espécies que colonizam as AUs de forma geral. (...). Sei te dizer que é um solo que retém essa umidade, solos mal drenados (...).

O *Entrevistado 4* também disse que prefere o termo substrato ou ambiente úmido do que solo, “pois nem tudo vai ser solo”. Dessa forma, a presença de água e a vegetação são os critérios para definir uma AU.

Em relação aos termos utilizados para definir o tipo de vegetação, este entrevistado disse:

Macrófita aquática e hidrófila podemos dizer que são sinônimos (...). Para macrófita aquática tem uma mistura de conceitos, que tem várias interpretações a respeito disso. Algumas interpretações são muito rígidas, só é macrófita aquática que está dentro d'água, enquanto outras interpretações consideram até a floresta ciliar como espécies que estão associadas a esse ambiente, as vezes eles até consideram algumas espécies como macrófitas

aquáticas (...), aí essas espécies aquáticas seriam os dois, hidrófilas e higrófilas, mas poucas pessoas usam esses conceitos, são mais restritos. (...) são então espécies vasculares associadas aos ambientes úmidos (...) é uma vegetação associada às áreas úmidas.

O *Entrevistado 4* também reitera que prefere usar “vegetação associada ao invés de adaptada”.

Para o *Entrevistado 5*, as AUs formam “um ambiente de solo hidromórfico com espécies adaptadas, tem que ter os dois critérios”.

Vamos dizer que seriam dois elementos essenciais.

Na vegetação estou falando de espécie, vegetação é uma perspectiva de um grupo só.... O que é vegetação? Uma superfície coberta de alga é vegetação? É, mas o que as pessoas entendem como vegetação é presença de planta aquática, mas na verdade não necessariamente.

É a presença de uma comunidade de espécies ou plantas adaptadas a esse sistema, (...) uma comunidade adaptada a condições de saturação d'água, ... seja na sua forma adulta ou na sua forma de propágulo. (...) comunidade biológica aquática ou anfíbia.

Presença de solo hidromórfico. ...existem ambientes marinhos que são considerados AUs, não que eu goste disso..., mas as pessoas classificaram dessa maneira. Aí, não tem raiz nesse caso. E o substrato não é solo.

Além disso, o *Entrevistado 5* falou sobre a questão das AUs naturais ou artificiais:

Existe para mim uma clara distinção entre uma AU natural e uma AU artificial (...). Nos EUA, por exemplo, AU artificiais foram construídas para criar um sistema de compensação para destruir AUs naturais. Talvez isso entraria nesse critério, mas do ponto de vista da conservação eu considero AUs naturais, minha perspectiva.

**Avaliação:** Entre os critérios de definição, nas cinco entrevistas apareceram a presença de água e de vegetação/comunidades/espécies adaptadas/associadas. O critério solos hidromórficos apareceu em duas entrevistas. As divergências ocorreram em relação ao número de critérios que definem as AUs. Somente para um entrevistado um critério entre três é suficiente. Para os outros quatro entrevistados são necessários pelo menos dois critérios, sendo que: para um entrevistado tem que ter espécies adaptadas e solo hidromórfico; para outro entrevistado são dois critérios entre os três (água, vegetação adaptada e solo hidromórfico); e para dois entrevistados estes critérios são a água e a vegetação associada. Estes dois últimos entrevistados, apesar de considerarem que os solos hidromórficos são indicadores/resultantes comuns nas AUs, preferem utilizar o termo mal drenado para se referir aos solos das AUs, pois

não necessariamente, quando presentes, as AUs formarão solos hidromórficos. O quadro 5.4 a seguir apresenta uma síntese das principais considerações dos entrevistados em relação aos critérios de definição das AUs.

Quadro 5.4- Síntese dos critérios de definição das AUs, segundo os entrevistados

Entrevistados	Definição	
	Sistemas de Interface	Critérios
1	Quando se fala em interface normalmente o mais comum é a interface espacial, mas também pode ser espacial e temporal. Conceitualmente é uma interface entre aquático e terrestre porque também se tiver muita água, não é mais úmida, e sim aquática.	2 critérios: água e vegetação associada
		Tem que ter quantidade suficiente de água para ser considerada como úmida. A vegetação associada a substratos úmidos é a parte fundamental. Não precisa dizer que essa vegetação é anfíbia e aquática. Em termos de solos, prefiro solo mal drenado que hidromórfico, pois uma área jovem ainda não deu tempo de formar um solo hidromórfico. Não tem solo hidromórfico bem drenado (...). E o solo hidromórfico, como já falei, pode contar história do passado.
2	Essa interface é considerada espacial. Os ecossistemas aquáticos também são AUs. Logo, nem todas AUs são sistemas de interface.	Um critério: água, vegetação adaptada ou solo hidromórfico
		A presença de qualquer um dos três critérios - presença de água ou solo saturado, vegetação/comunidade/espécie aquática ou anfíbia, e solo hidromórfico. O que determina a condição de AU do ponto de vista da vegetação é o solo saturado.
3	São áreas em transição entre estes dois ambientes, envolvendo fatores bióticos e abióticos de ambos ecossistemas	2 critérios: água, vegetação adaptada e solos hidromórficos
		Presença de água, mesmo que temporária, associada ao solo e a vegetação. Estes solos seriam hidromórficos e a vegetação adaptada a condição anfíbia. Duas características já seriam suficientes.
4	A interface pode ser temporal e espacial. Ela pode ser sempre úmida e não necessariamente ela ser só o ecótono/ambiente de transição. Apesar de que esta variação, para mim, está dentro do conceito de AU. Ela tem os dois elementos, mas não é só. Ela pode ser mais aquática do que só da transição.	2 critérios: água e vegetação associada
		Sempre que tiver um alagado, que não for com uso diferente.... Naturalmente, as espécies que colonizam aquela área vão estar ali. Eu sempre penso associado a uma vegetação. Então as condições para ocorrer uma AU, como eu considero, com a vegetação e o solo mais saturado, é a questão da água estar. Eu não sei sobre o solo hidromórfico ..., mas também nem todo solo saturado vai dar origem a um solo hidromórfico. Sei te dizer que é um solo que retém essa umidade, solos mal drenados (...).
5	Essa transição é espacial, mas na verdade ela é as duas coisas, ela ocorre no tempo e no espaço. A AU é a transição, é a área de interface... como se fosse um ecótono entre os 2 sistemas, mas com espécies próprias, formando um ecossistema único.	2 critérios: Solo hidromórfico e espécies adaptadas
		Um ambiente de solo hidromórfico com espécies adaptadas (comunidade biológica aquática ou anfíbia), tem que ter os dois critérios. Na vegetação estou falando de espécie... É a presença de uma comunidade de espécies ou plantas adaptadas a esse sistema, (...) uma comunidade adaptada a condições de saturação d'água, ... seja na sua forma adulta ou na sua forma de propágulo. (...) comunidade biológica aquática ou anfíbia. Presença de solo hidromórfico. Para conservação considera as AUs naturais

## 5.5 - Parâmetros iniciais de classificação de AUs

O *Entrevistado 1* considera que os primeiros parâmetros devem ser hidrológicos e geomorfológicos.

O sistema de classificação deve partir dos parâmetros hidrológico e geomorfológico, que pode começar em pequena escala, ou seja, grandes áreas, partindo de considerações e sistemas maiores e podemos descer até macrohabitat. O solo... o solo também poderia entrar como um parâmetro inicial junto com a hidrologia e o relevo se tivéssemos um bom mapa de solo, mas sabemos que não temos e sabemos que o solo é extremamente variável (...). Então eu começaria mais com hidrologia e o relevo, que podem indicar áreas com condições de ter AUs, mesmo num sistema alimentado por água subsuperficial. É claro que em uma área de declive bem íngreme você não vai ter uma alimentação para água subsuperficial, salvo se tiver lá embaixo uma depressão. Pelo relevo já dá para saber onde está sujeito a encontrar essas áreas, principalmente em Minas Gerais, onde não tem muita variação pluviométrica e se conhece bem a rede hidrográfica. (...). A partir daí pode entrar mais com a vegetação, identificar a presença de AUs e delimitá-las.

Nota-se que o *Entrevistado 1* parte de visão de uma escala mais abrangente, que aborda mais a condição física, para uma escala mais local, composta por parâmetros bióticos.

O *Entrevistado 2* diz que é necessário “levar em conta muitos fatores”, sendo que os três primeiros a serem considerados são: “as características químicas (salinidade, em particular), o tempo de permanência de água (permanente ou temporária) e a posição do relevo, considerando também se é um ambiente de recarga ou descarga”. O quarto parâmetro seria o “tempo de recorrência das inundações”, que no caso de Minas Gerais seria o terceiro parâmetro, já que a salinidade não seria uma questão relevante para o estado. O *Entrevistado 2* ainda acrescentou que em níveis posteriores deveriam ser considerados os seguintes fatores: “tipo de vegetação que se desenvolve, tipo de solo, clima e tipo de alimentação de água (origem da água)”. Estes fatores não foram enumerados por ordem de importância pelo entrevistado.

O *Entrevistado 3* também coloca que os primeiros parâmetros de uma região continental deveriam ser a “topografia associada à água”.

Estou pensando na questão continental, mas existe toda área de litoral, mas vamos focar no continente, porque senão deveria seguir primeiro costeiro, estuarino, continental e águas doces, salobras e salgadas. No continental, que é o seu caso, seria topografia e presença de água, independente da origem (...).

O entrevistado disse “eu uso muito o olhar da paisagem, da topografia porque ajuda a identificar as áreas úmidas na paisagem”, “a topografia e o acúmulo de água condicionam a formação das AUs”. Dessa forma, pode-se dizer que os parâmetros hidrogeomorfológicos nos

primeiros níveis de um sistema de classificação permitirão identificar e compreender as AUs dentro do contexto da paisagem.

O *Entrevistado 4* também considera que primeiros parâmetros devem ser compostos por fatores físicos para depois caracterizar, nos níveis posteriores, as espécies vegetais associadas ao sistema úmido. Destaca-se, nos primeiros níveis, os fatores hidrológicos e topográficos: “Acho que pelo porte do corpo d’água que está alimentando o sistema úmido, como rio, lagoas, veredas. Acho que o relevo, a topografia, é muito interessante para levar em consideração”, pois ela levanta os “tipos de AUs que podem ocorrer” e auxilia na delimitação das AUs, ajudando “a dimensionar a AU”. Além disso, “outra coisa seria as características do solo, a menor ou maior infiltração da água no solo. As características da rocha, da geologia”.

Conforme a fala do *Entrevistado 4*, pode-se dizer que os parâmetros hidrológicos e geomorfológicos permitem compreender o funcionamento hidrológico das AUs, identificando as áreas de recarga e descarga, e os tipos de AUs que podem ocorrer na paisagem.

Em relação aos primeiros parâmetros para compor um sistema de classificação de AUs, o *Entrevistado 5* considera importantes as características da dinâmica hidrológica e da vegetação.

**Avaliação:** Observa-se que quatro dos cinco entrevistados citaram tanto os fatores hidrológicos quanto topográficos/geomorfológicos como os dois primeiros parâmetros iniciais para compor um sistema de classificação de AUs interiores. Como foi percebido ao longo das entrevistas, as razões principais estão associadas ao papel hidrogeomorfológico no condicionamento/formação das AUs, no mapeamento, identificação e/ou delimitação das AUs na paisagem e na compreensão das relações existentes entre a posição das AUs no relevo e seu funcionamento hidrológico. Dessa forma, estes fatores irão identificar os tipos de AUs que ocorrem na paisagem em termos hidrogeomorfológicos. O quadro 5.5 apresenta uma síntese das principais considerações dos entrevistados em relação aos parâmetros iniciais para classificação das AUs.

Quadro 5.5 – Síntese dos parâmetros iniciais para classificar AUs, segundo os entrevistados

Entrevistados	Categoria: Parâmetros iniciais para classificar AUs
1	Os primeiros parâmetros seriam hidrológicos e geomorfológicos, pois podem indicar áreas com condições de ter AUs.
2	Para áreas sem influência dos oceanos, os parâmetros iniciais poderiam ser o tempo de permanência de água (permanente ou temporária), a posição da AU no relevo, considerando também se é um ambiente de recarga ou descarga, e o tempo de recorrência das inundações.
3	Dentro do contexto de AUs continentais os parâmetros iniciais seriam a topografia e presença de água. Estes fatores condicionam a formação das AUs e o relevo ajuda a identificá-las na paisagem.
4	Os primeiros níveis deveriam ser compostos por parâmetros físicos, sendo os dois primeiros os fatores hidrológicos e os topográficos para, respectivamente, identificar o corpo d'água que está alimentando o sistema úmido e os tipos de AUs que podem ocorrer.
5	Características da dinâmica hidrológica e da vegetação.

### 5.6 – Tipos de AUs: as particularidades, sobretudo, do estado de Minas Gerais

Foram avaliadas pelos entrevistados quatorze imagens que podem representar ou não uma AU. A maior parte das imagens é de Minas Gerais, com o objetivo de auxiliar na identificação dos tipos de AUs que existem no Estado.



**Foto 1 - Planície de inundação - periodicamente inundada; solos bem drenados; pastagem.**

Entrevistados	Respostas
1	Sim, é uma AU.
2	Sim, é uma AU.
3	“Não consideraria como AU nesse espaço que eu vejo por causa dos solos bem drenados e a pastagem, não tem vegetação adaptada”.
4	Sim, é uma AU.
5	“Não, pois campo de braquiária e solos são bem drenados, como está descrito na legenda, não são AUs”.

*Observações:* Os entrevistados 1 e 4, que consideram a presença de água e a vegetação associada como critérios de definição (item 4.4) e os solos mal drenados, quando presentes, definiram como uma AU esta ilustração, mesmo apresentando pastagem e solos bem drenados. Essa visão pode ser decorrente da posição no relevo e das características hidrológicas, que caracterizam a área como uma planície de inundação. Os outros entrevistados seguiram seus critérios de definição.



**Foto 2 - Zona deprimida plana - Presença de curso d'água e níveis freáticos suspensos; Solos hidromórficos; Campo limpo.**

<b>Entrevistados</b>	<b>Respostas</b>
<b>1</b>	Sim, é uma AU.
<b>2</b>	Sim, é uma AU.
<b>3</b>	“Sim, é uma AU natural. Tem topografia, solo adaptado e a água, e olhando a vegetação parece que ela tem característica adaptada”.
<b>4</b>	Sim, é uma AU.
<b>5</b>	“Sim, pois solo hidromórfico e relevo deprimido, como descrito na legenda, formam AUs”.

Observações: Todos os entrevistados avaliaram que essa ilustração representa, muito claramente, uma AU.



**Foto 3 - Zona de cabeceira de drenagem - temporariamente brejosa; presença de plantas adaptadas a maior umidade; solo temporariamente saturado.**

<b>Entrevistados</b>	<b>Respostas</b>
<b>1</b>	Sim, é uma AU.
<b>2</b>	Sim, é uma AU.
<b>3</b>	“Sim, tem água, planta adaptada e solo”.
<b>4</b>	Sim, é uma AU.
<b>5</b>	“Sim. Agora nesse entorno, com braquiária, se você colocar água deixando ela ficar mais tempo molhada do que uma chuva, a tendência é dela morrer. Agora, daí formar uma AU eu não sei, porque tem que ter contribuição de algum outro lugar para as espécies poderem chegar aí, nesse momento não”.
Observações: Todos os entrevistados avaliaram que essa ilustração representa, muito claramente, uma AU.	



**Foto 4 - Zona de cabeceira de drenagem - temporariamente saturada restrita a eventos chuvosos (efêmera); solo argiloso.**

<b>Entrevistados</b>	<b>Respostas</b>
<b>1</b>	Sim, é uma AU.
<b>2</b>	Sim, é uma AU.
<b>3</b>	“Não é uma AU. Só tem topografia, mas sem água, sem vegetação e não tem o solo. Difícil seguir até os próprios critérios”.
<b>4</b>	Não é uma AU.
<b>5</b>	Não, é mais provavelmente o desenvolvimento de plantas superiores que uma AU.

**Observações:** Esta ilustração gerou maiores divergências entre os entrevistados, pois esta área, ao mesmo tempo que pode ser classificada como uma AU, em função da sua forma e da presença de água, mesmo que de forma efêmera, também pode ser considerada como uma AU em função da presença de água (efêmera) e dos solos argilosos (mal drenados).



**Foto 5 - Canal de pequena ordem com entorno brejoso - temporariamente saturada; solo acinzentado; presença de plantas adaptadas a ambientes úmidos.**

<b>Entrevistados</b>	<b>Respostas</b>
<b>1</b>	“Sim, incluindo o canal”.
<b>2</b>	Sim, é uma AU.
<b>3</b>	“Sim, tem água, solo, planta e topografia. Tem todos os critérios. Incluiria o canal de primeira ordem. ”
<b>4</b>	“Sim, tudo é uma AU”, referindo-se a inclusão do canal de primeira ordem.
<b>5</b>	“Sim, muito claro”.

Observações: Todos os entrevistados avaliaram que essa ilustração representa, muito claramente, uma AU, incluindo o canal de pequena ordem.



**Foto 6 - Nascente difusa em relevo declivoso - permanentemente saturada; solo com teor de matéria orgânica elevado; presença de serapilheira; vegetação generalista.**

Entrevistados	Respostas
1	“Sim pelas características da legenda, mas olhando para a foto tenho dificuldade de ver uma AU... Não vejo nada...”.
2	Sim, é uma AU.
3	“Numa primeira olhada falaria que não é uma AU. Tanto de forma intuitiva quanto por ter só um critério, a saturação. A descrição do solo e da vegetação não diz... Eu uso muito o olhar da paisagem, da topografia, aqui parece muito declivoso”.
4	“Deu dúvida..., mas sim, consideraria. Tem uma vegetação, raízes, samambaias”.
5	“Observando os critérios não”.

Observações: Esta ilustração gerou dúvidas em três entrevistados, pois não parece um tipo claro de AU (seja na foto ou em campo) quanto pela descrição da legenda. Pode-se dizer que o relevo declivoso, o tipo de vegetação e descrição genérica dos solos dificultaram a classificação dessa área.



**Foto 7 - Fundo de vale - permanentemente brejoso; solo mal drenado e saturado e, por vezes, alagado; vegetação adaptada ao excesso de umidade.**

<b>Entrevistados</b>	<b>Respostas</b>
<b>1</b>	Sim, é uma AU.
<b>2</b>	Sim, é uma AU.
<b>3</b>	“Sim. Tem a topografia, presença de água e sempre com plantas, solo mal drenado”.
<b>4</b>	Sim, é uma AU.
<b>5</b>	Sim, é uma AU.

Observações: Todos os entrevistados avaliaram que essa ilustração representa uma AU.



**Foto 8 - Barramento artificial - permanentemente alagado e entorno brejoso; solo com feições de oxirredução no entorno do barramento; vegetação adaptada, inclusive dentro do corpo d'água.**

Entrevistados	Respostas
1	“Sim, no entorno do barramento com certeza. Onde tem corpo d’água permanente não estou vendo suficientemente bem, depende muito das suas características no tempo. Se ele for um ou dois metros de profundidade e permanente, eu não consideraria como AU. Mas, como eu disse, é uma questão de escala; se estou olhando uma região onde tem um mesmo rio e vários desses brejos com barramentos e com essas características, tudo faz parte da AU. Nessa escala da foto eu tenho um corpo d’água, mas bem que parece muito raso porque tem vegetação até mesmo dentro do barramento. Então, talvez sim, tudo seria AU. Mas teria que ver melhor para saber mais o que é.”
2	Sim, é uma AU.
3	Sim, a AU de entorno pelos critérios. Lago com vocação para brejo. Não incluiria a lagoa agora, nesse momento. A tendência é a vegetação tomar conta e se tornar toda uma AU.
4	“Sim, com o barramento”.
5	“Sim, é uma AU artificial. As espécies são oportunistas, a maioria de crescimento rápido. Essas plantas ocorreriam normalmente nesse curso d’água, aí você criou uma condição de acúmulo de sedimento hidromórfico, de profundidade razoável para ela chegar no solo, aí você criou uma AU, mesmo sem vontade. Então ela é uma AU, mas uma AU artificial. Para mim, tem um valor muito pequeno... não é um ambiente que vai possibilitar uma migração, que vai desenvolver uma nova espécie”.

**Observações:** Todos os entrevistados consideram essa ilustração uma AU, sendo que um entrevistado diferencia um corpo d’água com tendência a se tornar brejo.



**Foto 9 – Vereda - permanentemente úmida; presença de solos hidromórficos e de áreas alagadas; Vegetação herbácea e arbustiva adaptada a maior umidade.**

<b>Entrevistados</b>	<b>Respostas</b>
<b>1</b>	Sim, é uma AU.
<b>2</b>	Sim, é uma AU.
<b>3</b>	“Sim, nessa escala, você tem um lago cercado ou parcialmente cercado por AUs”.
<b>4</b>	Sim, é uma vereda represada, todo o ecossistema é uma AU. Buritis é o caminho da água, eles são de AU, mas não de área totalmente alagada”.
<b>5</b>	Sim, é uma AU.

Observações: Todos os entrevistados avaliaram que essa ilustração representa uma AU, sendo que apenas um entrevistado diferencia o corpo d’água da AU. Os outros entrevistados avaliaram que todo o ecossistema representado é uma AU, sendo que um destacou a questão da pequena profundidade da lâmina d’água do lago.



**Foto 10 - Campo de Murundus (covoais) - temporariamente saturado; solos bem drenados nos morrotes e solos mal drenados nas microdepressões; vegetação correspondendo à variação da umidade.**

<b>Entrevistados</b>	<b>Respostas</b>
<b>1</b>	Sim, é uma AU.
<b>2</b>	“Não conheço, mas parece se tratar de uma AU pelos critérios acima”.
<b>3</b>	“Não conheço, mas acho que seria AU sim”.
<b>4</b>	“Sim, o campo todo”.
<b>5</b>	“Sim. O murundu não é AU, o campo de murundu é AU”.

Observações: Os entrevistados que conhecem os campos de murundus não tiveram dúvidas quanto a sua classificação como AU.



**Foto 11 - Planície alagada - área permanentemente alagada; presença de plantas adaptadas à ambientes saturados e aquáticos.**

Entrevistados	Respostas
1	“Sim, mas olha... primeiro você me mostra a foto da vereda com o lago raso, agora você me mostra essa que tem mais área alagada, mas é possível que daqui há alguns meses esteja seco completamente e isso apodrecendo. E isso também é sujeito a acontecer com a lagoa da vereda também”.
2	Sim, é uma AU.
3	“Transição muito difícil de categorizar... sem dúvida são sim AUs as bordas e até onde avança as plantas adaptadas, de transição, mesmo ocorrendo ao lado das vitórias régias. O centro? Tem a topografia, tem a água, estou recorrendo aos critérios, solos não tem como falar, você tem as plantas, mas parece uma lagoa, não diria que é AU stricto sensu. Planta submersa não. Não é que a vitória não seja submersa, mas a vitória régia é só uma planta aquática, e ela tem um rizoma que coloca no fundo do sedimento. Ela é uma planta aquática e tem uma parte emersa. Mas se você coloca num ambiente seco ela morre. Não serve para eu dizer se é AU”.
4	Sim, é uma AU.
5	Sim, é uma AU.

**Observações:** Todos os entrevistados classificaram a ilustração como uma AU. Um entrevistado a comparou com a vereda da figura 9, demonstrando que a profundidade da lâmina d’água pode variar bastante anualmente, não sendo, portanto, um bom critério para classificar uma AU. Já um entrevistado considera essa figura 11 difícil de categorizar em função da parte da sua parte central ser mais alagada, assemelhando-se a um lago. Para este entrevistado, os ecossistemas aquáticos, assim, como na figura 9, devem ser diferenciados das AUs.



**Foto 12 - Lagoas marginais e meandros abandonados em planície de inundação - permanente ou temporariamente alagados; vegetação adaptada a ambientes úmidos e aquáticos.**

Entrevistados	Respostas
1	“Sim, nessa escala até o rio faz parte da AU. Se fosse a mesma escala que da foto 11, aí poderíamos estudar isso de forma diferente. Pantanal é uma AU e tem um rio que passa. Depende muito da escala que estamos olhando, vemos bem a mata ciliar, já na foto 11 não. O lago na foto 12 deve ficar bem vazio na época seca e parece que ele tem conexão com o rio. O próprio rio aqui, se eu pegar todo o panorama, estamos dentro de uma AU. Nessa amplitude da foto ele faz parte do sistema AU. Aí, a escala é muito importante. É o recorte que você dá. Por exemplo, se eu coloco uma fazenda dentro, numa parte mais alta, eu posso dizer que olhar só a propriedade e dizer que não está numa área alagada, mas se eu olhar o cenário geral eu digo que essa fazenda está dentro de uma área alagada, só que a propriedade dele está dentro de uma área mais elevada”.
2	Sim, é uma AU.
3	“Tem uma AU, mas tem o lago. Seria então um lago com uma AU no entorno, que é variável”.
4	“Sim, a lagoa marginal também, tem espécies de áreas alagadas e a gente vê a suavidade do relevo. O parâmetro de águas rasas aqui pode ser mais confuso...”.
5	Sim, não o rio, mas a lagoa marginal. Vegetação riparia sim, toda área verde, claro.... É a área de inundação do rio, essa foto conta a história desse lugar nos últimos 10 mil, 20 mil anos. O que acontece, você tem um sistema meândrico, que favorece a criação de AUs em sistemas de enchente. Essas lagoas, todas elas contribuem para a dinâmica desse rio.

	Então os peixes saem dali, vão, crescem nessa lagoa marginal..., são as lagoas que vão alimentar esse rio para recolonização com peixes”.
<b>Observações:</b> Todos os entrevistados classificaram a ilustração ou como AU ou que incorpora AUs. Um dos entrevistados destacou a questão da escala de análise dizendo que na escala representada toda área pode ser classificada como uma AU, mas se for feito um pequeno recorte na figura, a classificação mudará. Para dois entrevistados, a inclusão do curso d’água não foi considerada, mas as lagoas marginais sim. Já para um entrevistado, a lagoa marginal não é considerada uma AU, pois, assim como nas figuras 09 e 11, os ecossistemas aquáticos devem ser diferenciados. Contudo, observa-se que existe uma grande dificuldade para se delimitar as AUs quando são interfaces espaciais com ecossistemas aquáticos.	



**Foto 13 - Dolina - temporariamente saturada e alagada pelas águas pluviais; sem conexão com o lençol freático profundo; solo mal drenado.**

Entrevistados	Respostas
1	“Sim, parece uma área alagada, a vegetação muda, tanto que a vegetação muda de cor. O pasto plantado não consegue entrar na AU”.
2	Sim, é uma AU.
3	“Sim, pela topografia, solo e pela presença da água”.
4	“Sim. Está descaracterizada por causa do pasto”.
5	“Sim. É uma AU, mas está toda descaracterizada. Se você prover as condições adequadas ela voltaria a sua condição natural”.

**Observações:** Todos os entrevistados avaliaram que essa ilustração representa uma AU, sendo que dois ressaltaram seu estado deteriorado pelas atividades humanas.



**Foto 14 - Caverna subterrânea - permanentemente alagada; afloramento do nível freático; ausência de solo e vegetação.**

Entrevistados	Respostas
1	“Não é uma AU, AU é uma feição de superfície, isso é um lago subterrâneo permanente, não tem vegetação e nem solo, o que dificulta ainda mais”.
2	Sim, é uma AU.
3	Eu tenderia a não considerar num primeiro momento pela ausência de vegetação, mas... pelos critérios eu consideraria como AU porque tem um rebaixamento do terreno, tem alagamento. Não tem como falar do solo aqui, então prefiro considerar pelo critério de incluir e não excluir. Mas tenho muita dúvida! Você tem dois critérios, um que não cabe (solo) e outro que não pode ser avaliado (vegetação) ”.
4	“Acho que sim..., só que não tem muita colonização, mas dever ter alguns animais aqui”.
5	“Não. Caverna é caverna”.

Observações: Esta ilustração gerou maiores divergências entre os entrevistados pelo fato da caverna ser uma feição de subsuperfície, já possuir uma classificação própria e/ou pelo fato de muitas cavernas não apresentarem solo e vegetação.

### **5.7 - Considerações na definição e na classificação das AUs sob a ótica dos entrevistados**

A análise das entrevistas mostra convergências e divergências nas concepções das AUs e nos seus processos para caracterização. Não havendo ainda uma definição de referência de AUs que consiga abarcar concordâncias amplas, mais completas, mais precisas, mais operacionalizáveis, os progressos em proteção e gestão das AUs brasileiras devem levar em conta acordos envolvendo, também, diferenças tais como mostradas nessa pequena amostra de especialistas pesquisadores. O quadro 5.6 resume os principais fatores considerados na definição e na classificação (inicial) das AUs pelos entrevistados.

Quadro 5.6 - Síntese das principais características definidoras das AUs, segundo os entrevistados

Entrevistados	Determinantes	Presença de água	Ecossistemas aquáticos podem ser AUs?	Sistemas de interface	Crítérios/ Indicadores de identificação	Crítérios de Definição	Parâmetros de classificação
1	(Relevo, água e clima); O relevo e os fatores hidrológicos, e o clima no sentido mais amplo	<u>Origem superficial e subsuperficial;</u> <u>Permanente ou temporária;</u> <u>A lâmina d'água, quando presente, é variável.</u> A saturação do solo já é suficiente e não precisa estar na superfície, sua espessura pode ser pequena e temporária. O importante é ter uma <u>umidade ou saturação do solo que vai influenciar o tipo de vegetação e as características do solo</u>	Depende das funções ecológicas desempenhadas e da profundidade e tamanho aparente. Diferencia ecossistemas aquáticos de AUs, mas quando ocorrem dentro das AUs, os considera como parte do ecossistema, dependendo da dimensão escalar adotada.	Normalmente o mais comum é a interface espacial. Pode ser também espacial e temporal. Mas, ela é uma interface entre aquático e terrestre porque também se tiver muita água é aquática.	<u>Três critérios:</u> <u>vegetação, o relevo e os solos.</u>	<u>2 critérios: Água e vegetação associada;</u> Tem que ter <u>quantidade suficiente de água para ser considerada como úmida.</u> <u>A vegetação associada a substratos úmidos é a parte fundamental.</u> Não precisa dizer que essa vegetação é anfíbia e aquática. Em termos de solos, prefiro solo mal drenado que hidromórfico	Os primeiros parâmetros seriam <u>hidrológicos e geomorfológicos</u> , pois podem indicar áreas com condições de ter AUs.
2	(Relevo, água e clima); Forma do relevo e a fonte de água, e o clima em outra escala	<u>Origem superficial e subterrânea</u> Permanente ou temporária; A lâmina d'água, quando presente, é variável. <u>A saturação do solo determina a vegetação e o ambiente reduzido.</u> Esta saturação é até a superfície, sua espessura pode ser pequena e temporária.	Ecossistemas aquáticos também são AUs. Dessa forma, independe das características da lâmina d'água	Essa interface é considerada espacial. Os ecossistemas aquáticos também são AUs. Logo, nem todas AUs são sistemas de interface.	<u>Um critério entre três é suficiente:</u> presença de água ou solo saturado, vegetação adaptada e solo hidromórfico.	<u>Um critério: água, vegetação adaptada ou solo hidromórfico;</u> A presença de qualquer um dos três critérios - presença de água ou solo saturado, vegetação/comunidade/espécie aquática ou anfíbia, e solo hidromórfico. <u>O que determina a condição de AU do ponto de vista da vegetação é o solo saturado.</u>	Para as áreas sem influência dos oceanos, os parâmetros iniciais poderiam ser: <u>tempo de permanência de água; posição da AU no relevo</u> , considerando também se é um ambiente de recarga ou descarga, e <u>tempo de recorrência das inundações.</u>
3	(Relevo e água) A topografia do terreno e o afloramento do lençol freático, ou acúmulo de água pluvial	Origem superficial e subsuperficial; Permanente ou temporária; <u>A lâmina d'água, quando presente, é variável.</u> Não precisa de lâmina d'água, <u>tem que ter água, água no sentido de umidade, saturação.</u> A	Diferencia ecossistemas aquáticos de AUs e também os diferencia quando compõem um mesmo ecossistema. Até onde ocorre a vegetação anfíbia é um	São áreas em transição entre estes dois ambientes, envolvendo fatores bióticos e abióticos de	<u>Dois critérios entre três são suficientes:</u> presença de água, solo hidromórfico e vegetação adaptada. O	<u>2 critérios: água, vegetação adaptada ou solo hidromórfico</u> Presença de água associada ao solo e a vegetação. Estes solos seriam hidromórficos e a vegetação adaptada a condição anfíbia.	Dentro do contexto de AUs continentais os parâmetros iniciais seriam a <u>topografia e presença de água.</u> Estes fatores condicionam a

		<p>saturação não precisa ser até a superfície.</p>	<p>parâmetro que poderia ser considerado.</p>	<p>ambos ecossistemas</p>	<p>relevo pode ser um critério de identificação ou auxiliar.</p>	<p>formação das AUs e o relevo ajuda a identificá-las na paisagem.</p>	
4	<p>(<u>Relevo, água e solo mal drenado</u>); As condições de não escoamento e retenção da água e as condições de relevo</p>	<p><u>Origem superficial e subsuperficial</u> Permanente ou temporária; <u>Não precisa de lâmina d'água, o importante é ter uma umidade ou saturação do solo que vai influenciar o tipo de vegetação,</u> independentemente da profundidade de saturação e se a saturação está até a superfície. As características da lâmina d'água podem ser variadas</p>	<p>Diferencia ecossistemas aquáticos de AUs, mas quando ocorrem dentro das AUs, os considera como parte do ecossistema.</p>	<p>A interface pode ser temporal e espacial. Ela pode ser sempre úmida e não só o ecótono/ ambiente de transição. Esta variação, para mim, está dentro do conceito. <u>Ela tem os dois elementos, mas não é só. Pode ser mais aquática do que só da transição.</u></p>	<p><u>Dois critérios: presença de água e de vegetação,</u> como espécies anfíbias.</p>	<p>2 critérios: Água e vegetação associada Sempre que tiver um alagado, ... naturalmente as espécies que colonizam aquela área vão estar ali. Então as condições para ocorrer uma AU, como eu considero, com a vegetação e o solo mais saturado, é a questão da água estar. Eu não sei sobre o solo hidromórfico .... Sei te dizer que é um solo que retém essa umidade, solos mal drenados</p>	<p>Os primeiros níveis deveriam ser compostos por parâmetros físicos, sendo os dois primeiros os fatores hidrológicos e os topográficos para, respectivamente, identificar o corpo d'água que está alimentando o sistema úmido e os tipos de AUs que podem ocorrer.</p>
5	<p>(<u>Relevo, água, clima, e solo mal drenado</u>); Presença de água, comunidade adaptada, solo e relevo que permitem o acúmulo de água, e chuva</p>	<p><u>Origem superficial e subsuperficial</u> Permanente ou temporária; <u>Não precisa de lâmina d'água, saturação da água até a superfície pelo menos durante um tempo.</u> Para formar solo hidromórfico e selecionar os seres vivos. Pressupõe que tem 100% de saturação, mas difícil de afirmar</p>	<p>O que diferencia uma AU de um corpo d'água é o ambiente em si e as comunidades que irão colonizá-lo. Diferencia ecossistemas aquáticos de AUs, mas quando ocorrem dentro das AUs, os considera como parte do ecossistema, dependendo da dimensão escalar adotada.</p>	<p>Essa transição é espacial, mas ela é as duas coisas, ela ocorre no tempo e no espaço. A AU é a transição... como se fosse um ecótono entre os 2 sistemas, mas com espécies próprias.</p>	<p><u>Dois critérios: Ambiente de solo hidromórfico com espécies adaptadas.</u></p>	<p>2 critérios: Solo hidromórfico e espécies adaptadas. Um ambiente de solo hidromórfico com espécies adaptadas (aquática ou anfíbia). Na vegetação estou falando de espécie... seja na sua forma adulta ou na sua forma de propágulo (...). Presença de solo hidromórfico. Para conservação eu considero AUs naturais</p>	<p>Características da dinâmica hidrológica e da vegetação.</p>

## **6 – PROPOSTAS DE DEFINIÇÃO E DE CLASSES HGM PARA AS AUs EM MG**

### **6.1 – Proposta de definição de AUs**

O desenvolvimento da proposta de definição de AUs foi feito analisando-se todo o referencial teórico estudado e as percepções dos entrevistados. Constatou-se que uma definição de referência de AUs deve englobar as características que assumem papel central na formação, identificação, delimitação e classificação das AUs, a fim de reduzir as diversas discordâncias e ambiguidades existentes na concepção e caracterização das AUs e permitir um maior entendimento e aplicação do conceito. Dessa forma, foram avaliados, analisados e selecionados os principais papéis e características dos fatores da hidrologia, da geomorfologia, dos solos e da vegetação e que são apresentados no quadro 6.1.

Quadro 6.1 - Principais questões referentes às AUs

<b>O PAPEL DA ÁGUA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1) O fator hidrológico apresenta papel determinante na formação das AUs, no funcionamento/comportamento hidrológico, na identificação, caracterização, delimitação e classificação dos tipos de AUs.</li> <li>• 2) As AUs podem ser alimentadas por águas superficiais (pluvial, escoamento e/ou extravasamento lateral de corpos d'água, incluindo a ação das marés) e/ou subsuperficiais (nível freático superficial ou profundo).</li> <li>• 3) O regime hidrológico das AUs pode ser permanente ou temporário (periódico, sazonal ou intermitente). <ul style="list-style-type: none"> <li>• Não há tempo mínimo da presença de água para formação e manutenção das AUs, pois depende de diversas condições ambientais do local. Contudo, uma área que fica úmida de forma efêmera ao longo do tempo não é considerada uma AU, pois a efemeridade da água pouco ou nada influencia na sua formação, ou seja, não executa processos biológicos e físico-químicos característicos de AUs, que irão formar suas características indicadoras.</li> </ul> </li> <li>• 4) Os ambientes de AUs podem ser úmidos, saturados, encharcados, inundados e/ou alagados. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Não é necessária a formação de uma lâmina d'água. Quando existente, pode ser variável em termos de profundidade e dinâmica.</li> <li>• As características da lâmina d'água irão variar em função das próprias condições físicas do local, das espécies vegetais que irão colonizar o ambiente, do próprio funcionamento hidrológico do sistema e/ou da escala de abordagem adotada.</li> <li>• A lâmina d'água é geralmente rasa, pois ambientes com águas profundas são, em si, ecossistemas aquáticos. A presença de espécies adaptadas ou associadas a ambientes úmidos é o melhor indicador que todo o sistema se trata de uma AU, como por exemplo, as lagoas transitórias rasas.</li> <li>• A umidade pode não atingir o ponto de saturação e ser variável no perfil do solo/substrato, mas tem que ser na ou próxima da superfície e ser suficiente para que ela promova características típicas de AUs, como solos com características hidromórficas / redoximórficas e/ou vegetação adaptada e/ou associada.</li> </ul> </li> </ul>
<b>GEOMORFOLOGIA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1) As características geomorfológicas também atuam como fatores determinantes na formação das AUs, indicando áreas que permitem um maior acúmulo/retenção de água, como planícies de inundação, depressões, sopés de encostas e cabeceiras de drenagem.</li> <li>• 2) O tipo de forma, o tamanho e a profundidade das AUs será determinado por processos endógenos e/ou exógenos, controlados pelo nível de base.</li> <li>• 3) Fator que influencia a dinâmica da água superficial e subsuperficial nas AUs (funcionamento e equilíbrio hidrológico) e o grau em que as AUs estão abertas a trocas de sedimentos, nutrientes e poluentes;</li> <li>• 4) Fator utilizado na identificação, caracterização, delimitação e classificação dos tipos de AUs ocorrentes na paisagem.</li> </ul>
<b>SOLO E/OU SUBSTRATO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1) O tipo de solo ou de substrato é um fator que influencia na formação das AUs, seja de forma determinante ou auxiliar. Por exemplo, substratos pouco permeáveis (mal drenados) permitem um maior acúmulo de água e podem atuar de forma determinante ou auxiliar na formação de uma AU. A formação de solos hidromórficos e do relevo podem ocorrer, em alguns contextos geomorfológicos/geológicos, concomitantemente, assim, ambos serão determinantes na formação das AUs.</li> </ul>

- 2) A saturação do substrato que determina o tipo de vegetação que irá se desenvolver; assim a umidade tem que ser suficiente para que as plantas desenvolvam ou apresentem mecanismos de adaptação a ambientes com ausência ou deficiência de oxigênio.
- 3) A saturação e a redução do solo produzem mudanças morfológicas distintas do solo, como feições redoximórficas (mosqueados e cores variegadas), plintitas, petroplintitas e/ou horizonte Glei, resultante das reações de oxi-redução, ou horizonte orgânico, resultante do acúmulo de matéria orgânica. Dessa forma, os solos geralmente são hidromórficos e consequência do processo de formação das AUs.
- 4) As características hidromórficas persistem no solo das AUs mesmo em longos períodos secos, o que auxilia na identificação das AUs. Contudo, há exceções: a existência de um solo hidromórfico ou com características de hidromorfismo nem sempre indica que aquele solo é uma AU, pois pode ser um resquício de um paleoambiente; podem ser solos em estágios iniciais de formação, pois o tempo de formação dos solos em geral é maior que o tempo de formação de uma AU; e a ausência de solo também não é um critério condicionador das AUs, visto que as AUs podem ser formadas, por exemplo, em substratos rochosos ou sedimentos.
- 5) Auxilia principalmente na identificação, caracterização e delimitação das AUs.

### VEGETAÇÃO

- 1) Fator que influencia na formação das AUs, como a presença de uma vegetação que ajudará a reter a água;
- 2) Principal resultante do processo de formação, pois responde rapidamente as mudanças do ambiente.
- 3) Principal indicador da existência das AUs, sobretudo as gramíneas e herbáceas, pois refletem se a saturação foi suficiente para formar AU. Podem existir exceções em que a vegetação não é formada, mas no caso brasileiro é raro, pois as condições tropicais úmidas aceleram os processos biológicos, ecológicos e físico-químicos específicos de AUs. Também pode haver AUs sem vegetação, pois foi suprimida.
- 4) A profundidade da água não ultrapassa a zona fótica em função da ausência de luz para a produção de fotossíntese pelas plantas. Esta profundidade é variável, pois depende das condições físicas e ecológicas de cada local e das espécies presentes, mas dependendo da escala de abordagem, as AUs podem incluir corpos d'água.
- 4) Principal indicador da manutenção hidrológica das AUs;
- 5) Auxilia principalmente na identificação, caracterização e delimitação das AUs.
- 6) Em função da grande diversidade de espécies vegetais e de ambientes associados às AUs, os termos utilizados na definição de AUs são geralmente mais amplos, como: vegetação, espécies ou comunidades associadas ou adaptadas a ambientes úmidos, a solos saturados, mal drenados, hidromórficos, a substratos úmidos, saturados ou cobertos por águas, geralmente rasas. Alguns conceitos utilizam os termos hidrófitas e/ou higrófilas, que são termos popularmente mais conhecidos. O termo mais adequado parece ser macrófita aquática, incluindo as plantas anfíbias. Por outro lado, os tipos de plantas incluídas no termo macrófita aquática não é consensual entre os especialistas e o termo anfíbia é pouco conhecido fora da literatura especializada.

### ESCALA

- 1) Dependendo do recorte escalar, as AUs podem incluir corpos água e/ou áreas secas. Por exemplo, será considerada como AU toda a planície de inundação de um curso d'água ou somente as porções que ficam permanentemente ou sazonalmente alagadas? Se proteger somente as áreas alagadas o ecossistema será mantido/preservado?
- 2) A escala permite avaliar diferentes formas do comportamento e o funcionamento hidrológico das AUs na paisagem.

**ECOSSISTEMAS DE INTERFACE**

- 1) As AUs podem apresentar diversos “tipos de interface”. A interface pode ser entendida/interpretada de diversas formas: em termos espaciais, temporais, espaço-temporais, como ecossistemas únicos, nem terrestres e nem aquáticos, como sistemas de transição com características de ambos ambientes, como ecótonos, e até outras alternativas. O termo “interface” ainda carece de qualificação.

Para auxiliar na estruturação e na escolha das palavras da proposta conceitual também feito um levantamento e uma avaliação dos principais temas e seus respectivos termos utilizados nas definições de AUs. O quadro 6.2 reúne esse levantamento das características observadas, o quadro 6.3 a sua frequência, e os quadros 6.4 e 6.5 o seu comparativo com as entrevistas em termos de critérios e frequência.

Ressalta-se que a elaboração da proposta conceitual não refletiu necessariamente termos ou frases que apareceram e/ou que foram mais frequentes, pois procurou-se construir uma definição de AUs mais ampla e completa e, ao mesmo tempo, precisa e operacionalizável, de forma que o conceito de AUs seja compreendido em uma única definição e seja aplicável na prática.

Quadro 6.2 – Temas e termos observados com maior frequência nas definições de AUs e nas entrevistas

<b>Temas abordados</b>	<b>Termos/ componentes/ características mais comuns presentes</b>
<b>Origem da água</b>	Superficial (pluvial, transbordamento lateral de corpos/massas d'água e escoamento superficial);
	Subsuperficial (nível freático superficial e subterrâneo)
<b>Regime hidrológico</b>	Permanente/Durante todo o ano, todo o tempo;
	Temporário / Periódico / Sazonal / Intermitente;
<b>Presença de água</b>	Águas rasas;
	Inundação Alagamento / encharcamento;
	Saturação;
	Associado à vegetação (tempo e frequência suficiente para a vegetação responder)
<b>Características de definição, caracterização, identificação e/ou formação</b>	Interface/transição entre sistemas aquáticos e terrestres;
	Características e/ou processos físico-químicos, biológicos, ecológicos específicos/ Ambientes anaeróbicos e reduzidos / Ambientes únicos
	Plantas/ espécies/ comunidades adaptadas/associadas Biota / vegetação adaptada / associada/ Hidrófita / Higrófila
	Solos hídricos / hidromórficos/ com condições hidromórficas / com elevado grau de hidromorfismo / mal drenados / saturados / úmidos / substratos saturados

	Formas de relevo / fatores topográficos / fatores físicos (geomorfológicos, geológicos, hidrológicos); Planícies / áreas suaves/ áreas planas / estuários / planície litorânea / depressões / áreas mais rebaixadas em relação às áreas adjacentes / em relação ao entorno mais elevado;
	Tipos de AUs / pântanos, brejos, turfeiras e/ou mangues, dentre outros.
<b>Critérios de definição</b>	Presença de água
	Presença de água, vegetação adaptada ou hidromorfismo
	Hidromorfismo
	Presença de água e vegetação adaptada
	Presença de água e processos
	Hidromorfismo e vegetação adaptada
	Presença de água e vegetação adaptada; ou presença de água e hidromorfismo; ou vegetação adaptada e hidromorfismo
	Presença de água, processos e vegetação adaptada
	Presença de água, vegetação adaptada e hidromorfismo
Presença de água, processos, vegetação adaptada e hidromorfismo.	

Fonte: Autora, 2016.

Para facilitar a apresentação dos resultados dos termos observados nas definições de AUs e tornar a interpretação de cada definição mais fidedigna e correspondente ao objeto, foi criada, no quadro 6.3, uma metodologia cujos os termos foram nomeados sucintamente<sup>27</sup> e, para cada definição, foram classificados em:

- X - Quando os termos ou sinônimos estão presentes na definição;
- Y - Quando os termos ou sinônimos não estão presentes na definição, mas estão implícitos ou subentendidos por outros termos ou pela própria definição (está claro/evidente);
- Z - Quando os termos ou sinônimos não estão presentes na definição, mas são possíveis ou prováveis dependendo de interpretações (ou inferências) dos outros termos utilizados, da descrição do conceito e/ou do conhecimento do leitor (está menos claro/evidente).
- Em branco: Quando os termos não chamaram atenção para nenhum critério X, Y ou Z.

<sup>27</sup> Embora a literatura apresente palavras diferentes para designar um mesmo componente (Quadro 6.2), foi decidido escolher apenas uma delas para facilitar a visualização dos resultados no Quadro 6.3. Por exemplo, os termos Temporário / Periódico / Sazonal / Intermitente foram representados unicamente por “T”, de temporário. A presença de água, as características da vegetação e dos solos das AUs (Quadro 6.2) foram representadas, no Quadro 6.3, pelas palavras água, vegetação e solo, respectivamente.

Quadro 6.3 –Classificação geral por critérios das 30 definições de AUs, em X Y e Z

Definição	Regime hidrológico			Origem		Presença de água			Inter-face	Pro-cessos	Veg. Adap-tada	Hidro-morfismo	Forma	Tipos	Parâmetros para ser AU
	P	T	Associado a veg.	S	SS	Rasas	Inunda-ção	Satura-ção							
1	X	X	X	Y	Z	X	Y	Y			X		X	X	Água e vegetação
2	X	X		Y	Z		Y	Y						X	Água
3			X	Y	Z						X				Água e vegetação
4	Z	Y	X	X	X		X	X			X				Água e vegetação
5	X	X		Y	Z		X	X					Y	X	Água
6	Z	Y	X	X	X	X	Y	X	X		X	X			Água e vegetação; ou água e solo; ou vegetação e solo
7	Z	Y	X	X	X		X	X			X	X			Água e vegetação e predomínio de solos
8	Z	Z		Y	Y	Z	Z	Y	Z	X			X		Água e processos
9	X	X	X	X	Z		Y	X		Y	X				Água e biota
10	Z	Y	X	Z	X		Z	X		X	X	X			Água, processos, vegetação e solo
11	Z	Y	X	Y	Y		Z	X		X	X	Z			Água, processos, vegetação e solo
12	X	X	X	X	Z		X	X			X				Água e vegetação
13	X	X		X	X	X	Y	Y	X		X	X	X		Água, vegetação ou solo
14	Z	Z	Y	Y	Y		Y	Y		X	X	X			Solos e vegetação
15	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X			Água e processos
16	Z	X	X	X	X	X	X	X	X		X				Água e vegetação
17	X	X		X	Z		X	Y					Y	X	Água
18	X	X	X	X	Z		X	X		X	X				Água e vegetação
19	X	X		X	X	X	X	X	Z	X	X	X	X		Água e processos;
20	Z	Y		X	X	Y	X	X			X	Z	Y		Água, vegetação e solo
21	Z	Y		X	X	Z	Z	Z	X	X	X	Z	Y		Água, vegetação e solo
22		Y	X	Y		Z	Z	Z		X	X	Z			Água, processos e vegetação

23	Z	X		X	X	X	X	X		X	X	Z			Água, vegetação e solo
24		X	X	X	X		X	Y		X	X				Água, processos e vegetação
25	X	X		X	Z		X	X			X			X	Água e vegetação
26	Y	Y		Z	Y		Z	Y		Y		X			Solo
27		X		X			X				X		Y	Y	Água e vegetação
28		X		X			X				X		Y	Y	Água e vegetação
29	X	X		X	Y	X	X	X	X		X	X			Água e vegetação
30	X	X		X	X		Y	Y	X		X	X			Água, vegetação e solo

**Representação:****X - Presente****Y - Implícito / subentendido****Z - Possível****P - Permanente****T - Temporário****S - Água superficial****SS - Água subsuperficial / subterrânea**

Fonte: Autora, 2016.

A frequência total (X, Y e Z) de cada componente (identificado ou interpretado) nas trinta definições de AUs exposta no Quadro 6.3 foi comparada com as principais concepções dos cinco entrevistados apresentado no Capítulo 5 (Quadro 5.6), resultando nos quadros 6.4 e 6.5.

Quadro 6.4 – Quadro comparativo dos componentes presentes nas definições de AUs e nas entrevistas

Temas	Termos	Número total presente nas 30 definições			Número total presente nas 5 entrevistas	Total
		X	Y	Z		
Regime hidrológico	Permanente	13	1	11	5	<b>30</b>
	Temporário	18	9	2	5	<b>34</b>
	Associado à vegetação	13	1	-	3	17
Origem da água	Superficial	20	8	2	5	<b>35</b>
	Subsuperficial	13	5	9	5	<b>32</b>
Presença da água	Rasas	8	1	3	3*	15
	Inundação	18	7	4	5	<b>34</b>
	Saturação	16	9	2	5	<b>32</b>
Terra e água	Interface	6	-	2	4	12
Características de definição, identificação e/ou formação	Processos e Características	11	2	-	4	17
	Vegetação adaptada	25	-	-	5	<b>30</b>
	Hidromorfismo	10	-	5	5	<b>20</b>
	Formas de relevo	4	6	-	5	15
	Tipos	5	2		5	12

Fonte: Autora, 2016.

Nota: Os maiores valores totais foram destacados em negrito.

\*Maioria das vezes, mas depende das condições físicas do ambiente, das espécies vegetais e/ou da escala.

Quadro 6.5 – Quadro comparativo de critérios conceituais nas definições e nas entrevistas

Quantidade de critérios	Critérios suficientes	Número total presente nas 30 definições	Número total presente nas 5 entrevistas	Total
1 critério	Presença de água	3	1	4
	Presença de água <u>ou</u> vegetação adaptada <u>ou</u> hidromorfismo	1		1
	Hidromorfismo	1		1
2 critérios	Presença de água <u>e</u> vegetação adaptada	11	2	13
	Presença de água <u>e</u> características/processos físico-químicos e biológicos específicos	3		3
	Hidromorfismo <u>e</u> vegetação adaptada	1	1	2
	Presença de água <u>e</u> vegetação adaptada; <u>ou</u> presença de água <u>e</u> hidromorfismo; <u>ou</u> vegetação adaptada <u>e</u> hidromorfismo	1	1	2
3 critérios	Presença de água, características/processos físico-químicos e biológicos específicos e vegetação adaptada	2		2
	Presença de água, vegetação adaptada <u>e</u> hidromorfismo	5		5
4 critérios	Presença de água, características/processos físico-químicos e biológicos específicos, vegetação adaptada <u>e</u> hidromorfismo	2		2
Total		30	5	35

Fonte: Autora, 2016.

No Quadro 6.4, observa-se que os aspectos mais abordados, tanto nas definições de AUs quanto nas entrevistas, foram: regime hidrológico (permanente e temporário); origem da água (superficial e subsuperficial); presença de água (inundação e saturação); características de definição, e identificação e/ou formação (vegetação adaptada e hidromorfismo). Observa-se que o regime hidrológico também é muitas vezes associado à vegetação. A forte relação entre regime hidrológico e vegetação adaptada é confirmada no Quadro 6.5, onde observa-se que a maioria das definições e dos entrevistados considera que a água e a vegetação adaptada são os critérios de definição das AUs. Assim, pode-se concluir que, em uma AU, a permanência e a frequência da água precisam ser suficientes para determinar a prevalência de uma vegetação

adaptada às condições de excesso de umidade, ao menos parte do ano. As características e processos físico-químicos e biológicos específicos de ambientes saturados, anaeróbicos e /ou reduzidos também são utilizados como elementos de definição de AUs (Quadros 6.2 a 6.5) e podem abarcar um maior número de AUs, incluindo as sem vegetação, tornando-as mais amplas e completas. Quando o critério de definição é somente a presença de água os ecossistemas aquáticos também são considerados AUs. Observa-se que as formas de relevo e os exemplos de tipos de AUs (Quadros 5.2 a 5.4) também podem tornar uma definição mais precisa e operacional, pois facilita a identificação e caracterização das AUs na paisagem. Por outro lado, o uso de termos ou frases nas definições para designar um mesmo componente (Quadro 6.2) pode dificultar e/ou gerar diferentes interpretações pelos leitores, como avaliado na representação (X, Y e Z) do Quadro 6.3.

Diante do exposto, foi elaborada a seguinte proposta conceitual de AUs, adotada como referência neste trabalho:

Áreas Úmidas (AUs) são 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.

Assim, a presente proposta de definição considera as AUs como sistemas formados pela presença permanente ou temporária de água e pela morfologia do relevo que permite a sua retenção e permanência por tempo suficiente para promover processos físicos, químicos e biológicos específicos de ambientes saturados e/ou cobertos por águas, que são indicados pelas características do solo (hidromorfismo e aluvial) e/ou da biota (sobretudo da vegetação adaptada ou associada à ambientes úmidos e/ou alagados).

## 6.2– Proposta de Classes HGM para AUs em MG

Para a elaboração da proposta inicial das classes hidrogeomorfológicas foi esboçado, primeiramente, três grandes níveis de classificação para contextualizar de forma mais clara a AU na paisagem. Esse esboço embasou-se, sobretudo, nos níveis I a III do sistema de classificação sul-africano, apresentado no Capítulo 4, e nos biomas e particularidades físicas do estado de Minas Gerais. Ressalta-se que tanto as classes HGM propostas, como os grandes níveis I, II e III, são entendidos como um ponto de partida para dar continuidade e aprofundamento futuro às pesquisas no tocante ao desenvolvimento de um sistema de classificação das AUs em Minas Gerais.

Os Níveis I a III foram definidos e delimitados da seguinte forma:

- Nível I: Sistema de Interior
- Nível II: Tipo de bioma (Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga);
- Nível III: Contexto geomorfológico da paisagem, tais como Serrano, Colinoso, Chapadas e Zona Cárstica Carbonáticas, Planícies ou ainda Vales amplos e de baixo gradiente, Vales estreitos, Encostas (alta, média ou baixa) e Superfícies elevadas e planas.

O Nível IV compreendeu o desenvolvimento da proposta inicial das Classes Hidrogeomorfológicas (Classes HGM) para os tipos de AUs em Minas Gerais, apresentada a seguir.

As Classes HGM foram definidas com base em critérios I) geomorfológicos, sobretudo em termos da forma da AU, seus processos, formas e/ou materiais associados; e II) hidrológicos, principalmente de dinâmica e funcionamento hídrico. Com base nesses critérios foram elaboradas cinco classes hidrogeomorfológicas para as AUs do Estado:

- AUs de Planícies Inundáveis
- AUs Planas e Elevadas
- AUs Deprimidas
- AUs de Cabeceira de Drenagem
- AUs de Fundos de Vale (sem ou com poucas formas deposicionais de planícies de inundação)

Observa-se que os nomes das classes propostas remetem a configuração da forma de relevo da AU e não a sua origem natural ou antrópica. Assim, as AUs originadas por influências antrópicas podem ser de qualquer classe HGM.

Cada uma dessas Classes HGM associa-se pelo menos a um tipo de sistema úmido dominante (sistema que envolve as dimensões “área e umidade”), a saber:

- **Brejos e Pântanos;**
- **Nascentes Difusas;**
- **Lagoas transicionais;**
- **Veredas;**
- **Campos de murundus.**

As características gerais dos sistemas úmidos são apresentadas no quadro 6.6.

Quadro 6.6 - Tipos de sistemas de AUs de MG

<p><b>Brejos e Pântanos</b> são nomes populares de cunho genérico para qualquer área encharcada (CUNHA et al., 2015) e ocorrem em qualquer bioma. Podem ser perenes ou temporários e muitas vezes são utilizados como sinônimos de charco e alagadiço. São sistemas que ocorrem em diversos contextos geomorfológicos, geralmente ocupando morfologias planas, côncavas ou deprimidas, que acumulam águas superficiais e/ou subsuperficiais. São comuns a todas as classes HGM e estão geralmente associados a cursos d'água e/ou a outros sistemas úmidos.</p>
<p>As <b>nascentes</b> podem ser definidas como “sistemas ambientais naturais em que ocorre o afloramento da água subterrânea de modo temporário ou perene, integrando à rede de drenagem superficial” (FELIPPE, 2009, p.260). São, portanto, áreas de surgência de águas subterrâneas que dão origem a cursos d'água. Podem ser agrupadas em pontuais, quando a exfiltração ocorre de forma concentrada em um local bem definido; em múltiplas, quando englobam várias nascentes, mas que fazem parte de um mesmo sistema de exfiltração; e em <b>difusas</b>, quando a água aflora em uma área indefinida, promovendo o encharcamento do solo na forma de brejos, sendo comum a ocorrência de áreas de hidromorfismo. As nascentes difusas formam AUs, perenes ou temporárias, e somente a jusante, onde o fluxo d'água torna-se concentrado, há o início da formação de um canal. São típicas em morfologias côncavas que tendem a conferir menor gradiente aos fluxos subterrâneos, promovendo a exfiltração de modo difuso.</p>
<p>As <b>lagoas transicionais</b> são sistemas relativamente deprimidos que acumulam águas superficiais e/ou subsuperficiais e apresentam vegetação emergente. Diferentemente dos lagos e lagoas, suas formas (ou extensões) são espacialmente variáveis ao longo do tempo e geralmente se transformam em sistemas brejosos ou secos nos períodos de estiagem. Quando permanentes, suas águas são sempre rasas e a vegetação predomina no ambiente. Comumente ocorrem em morfologias mais deprimidas que o entorno, associadas às rochas ferruginosas, quartzíticas e/ou cársticas, e/ou em subsistemas deprimidos mais úmidos, como meandros abandonados em planícies fluviais. As lagoas marginais, por exemplo, dependendo das suas características, são sistemas aquáticos e não AUs. Quando são sistemas aquáticos, podem dar origem a AUs no seu entorno.</p>
<p>As <b>veredas</b> são sistemas úmidos perenes do bioma cerrado associados a solos hidromórficos e ao nível freático, que aflora ou está próximo a superfície durante a maior parte do ano. Tipicamente, apresentam Gleissolos, Planossolos e Organossolos e fundos planos alagados, onde crescem os buritis, de forma alinhada ou agrupada (DRUMMOND et al., 2005). São sistemas retentores de água, atuando na perenização e qualidade das nascentes e de corpos d'água (CARVALHO, 1991; LIMA, 1991). Ocupam vales rasos, vertentes côncavas suaves ou áreas planas acompanhando linhas de drenagem mal definidas. Geralmente, são condicionados por fatores físicos, com destaque para as superfícies tabulares sedimentares, que apresentam camada superficial permeável sobre à camada impermeável, onde o afloramento do nível freático é decorrente, principalmente, da alternância da permeabilidade entre essas camadas (BOAVENTURA, 1981; RIBEIRO e WALTER, 1988; CARVALHO, 1991).</p>
<p>Os <b>campos de Murundus</b> (covoais) são áreas brejosas ou alagadas do bioma cerrado, que apresentam pequenas elevações naturais do terreno, conhecidas como “murundus”, com configuração aproximadamente cônica/convexa e dimensões variáveis (RESENDE et al. 2004). Os morrotes geralmente apresentam solos bem drenados, arbustos e árvores de pequeno porte e são cercados por depressões de maior umidade, que apresentam gramíneas e solos hidromórficos (DINIZ DE ARAÚJO-NETO et al., 1986). Nesse sistema observa-se, portanto, a existência de dois microambientes diferentes intercalados: o ambiente mais seco dos microrelevos e outro mais úmido, que forma a base da depressão (SCHNEIDER e SILVA, 1991). Atuam na perenização das nascentes e de corpos d'água e apresentam grandes variações sazonais do nível d'água em função da sua interdependência com o regime climático (MOREIRA e FILHO, 2015). Existem duas hipóteses sobre a formação dos murundus, uma geomorfológica (resultantes da erosão diferencial) e outra biológica (resultantes da atividade de térmitas, em especial os cupinzeiros), que variam em termos de importância atribuída aos seus fatores (RESENDE et al. 2004). São comuns em planaltos sedimentares, nos topos e bordas das chapadas e nas cabeceiras de drenagem e na baixa encosta.</p>

A descrição das Classes HGM nos subitens seguintes considerou, além das características hidrogeomorfológicas predominantes, os principais tipos de cobertura vegetal e de solos associados ocorrentes em Minas Gerais (Apêndices 2 e 3). Salienta-se que um mesmo tipo de classe de AU pode se enquadrar, em um nível superior, em várias categorias morfológicas, climáticas e/ou biogeográficas, e que os tipos de AUs exemplificados nesse capítulo devem ser compreendidos em um contexto de generalização necessária aos propósitos da pesquisa.

### 6.2.1 - AUs de Planícies Inundáveis

AUs de Planícies Inundáveis *apresentam forma plana ou suave e são formadas pelas inundações periódicas marginais de corpos d'água, estando sempre associada a corpos d'água, naturais e/ou artificiais, permanentes ou temporários*. Em geral, situam-se em vales mais amplos e de baixo gradiente, mas podem ocorrer em fundo de vale mais estreitos. Ocorrem em diversas escalas espaciais e podem ser de origem *fluvial* ou *fluviolacustre*.

Quando de origem fluvial, apresentam formas deposicionais fluviais associadas à dinâmica de cursos d'água, como barras de pontal, diques marginais, meandros abandonados e/ou lagoas marginais. Serão fluviolacustres em dois contextos: quando um rio for represado<sup>28</sup>, gerando AUs artificiais no entorno do barramento, ou quando há sistemas com diversas lagoas marginais. Os grandes represamentos geralmente ocorrem nesta classe. AUs originadas por canais de irrigação também ocorrem comumente nesta classe, em função da condução de umidade desses canais para os solos.

Na maioria das vezes, a principal fonte hídrica das AUs de Planícies Inundáveis é proveniente das inundações por extravasamento marginal de cursos d'água, lagoas ou represas, condicionada pelo regime pluviométrico. Assim, sua frequência coincide com os períodos de inundação e sua duração é variável conforme os fatores favoráveis à drenagem das águas superficiais e/ou à sua evaporação. Pode haver contribuições secundárias constantes ou temporárias de água subsuperficial nos subsistemas deprimidos (como as lagoas marginais formadas em meandros abandonados) ou em toda a planície, com frequência e duração variáveis conforme as oscilações do nível freático, dos contatos hidráulicos com o corpo d'água e/ou da drenagem das águas subsuperficiais, bem como do volume de água estocado e do tipo de

---

28 O represamento de cursos d'água com planícies de inundação geralmente cria, artificialmente, áreas úmidas no seu entorno. Contudo, a jusante do barramento, lagoas marginais naturais podem ser afetadas ou mesmo extintas.

material. Também pode ocorrer contribuições do escoamento pluvial e subsuperficial dos relevos adjacentes.

As variações hidrológicas desta classe de AUs são, portanto, condicionadas pela pluviosidade, pelas variações dos pulsos de inundação, pelo nível freático superficial e/ou profundo e pelos contatos hidráulicos entre a planície e o corpo d'água, que podem contribuir de forma dominante ou secundária.

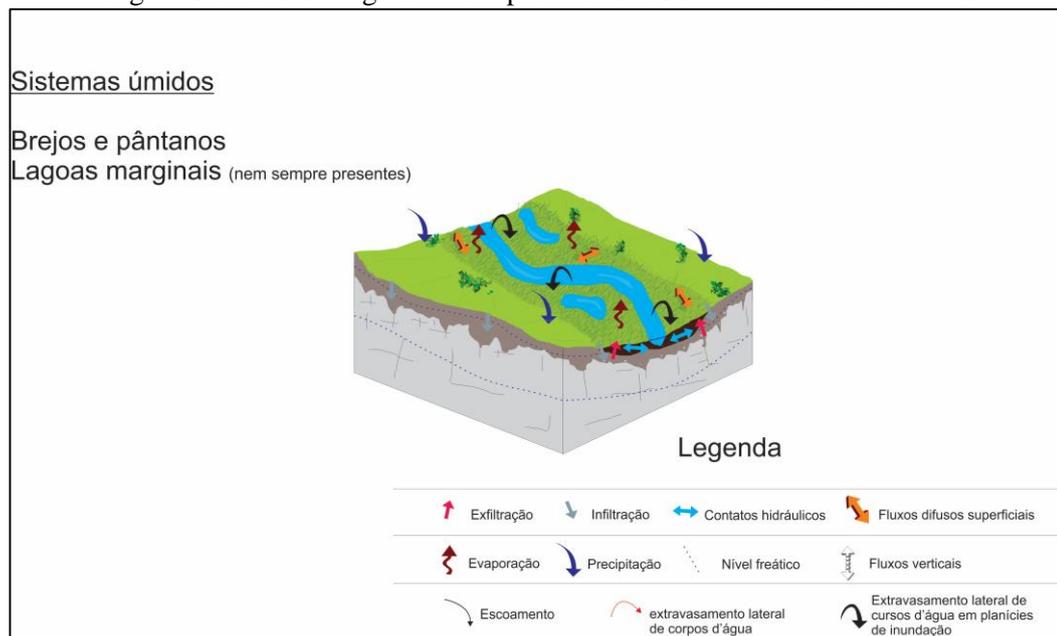
A água se movimenta, principalmente, através de fluxos superficiais difusos, embora durante as inundações possam ocorrer fluxos concentrados de curta duração e armazenamento temporário ou permanente de água em depressões. As saídas de água geralmente ocorrem para o curso d'água, seja superficialmente, por meio de fluxos superficiais após a inundação e a chuva, ou subsuperficialmente, por meio da infiltração e da percolação da água na planície para os cursos d'água pelos contatos hidráulicos. Também podem ocorrer saídas por evapotranspiração e/ou para o nível freático profundo.

Em Minas Gerais, as AUs de Planícies Inundáveis apresentam contextos geomorfológicos, extensões laterais e longitudinais muito variados e estão presentes em inúmeras bacias hidrográficas do Estado. Geralmente são sistemas brejosos ou pantanosos e com presença de subsistemas deprimidos mais úmidos. Estes subsistemas, dependendo do seu tamanho e da escala adotada, podem ser classificados em subclasses, como AUs Deprimidas.

As coberturas superficiais associadas são geralmente campos úmidos e florestas inundáveis. Os solos são aluviais, hidromórficos ou com acentuado hidromorfismo. Os Organossolos, também referidos como sinônimos de turfeiras, ocorrem em algumas AUs de Planícies Inundáveis de forma esparsada.

Apresentam diversas funções HGM, pois atuam principalmente no auxílio ao controle das inundações, à recarga e/ou descarga do nível freático e à manutenção do funcionamento hidrológico dos cursos d'água associados. São AUs conectadas à rede de drenagem e podem apresentar áreas permanentemente secas, mas que são partes das AUs, pois são essenciais para a manutenção do ecossistema. A figura 6.1 ilustra as características e os mecanismos de funcionamento hidrogeomorfológicos típicos das AUs de Planície Inundáveis.

Figura 6.1– Bloco diagrama exemplificando AUs de Planícies Inundáveis



Fonte: Autora, 2016.

### 6.2.2 - AUs Deprimidas

As AUs Deprimidas apresentam formas planas ou abauladas com contornos fechados ou quase fechados, associadas ou não a corpos d'água. Apresentam tamanhos variados e ocorrem com frequência em relevos serranos, colinosos e fundos de vale. Não configuram, portanto, nas unidades de relevo denominadas de Depressões.

As AUs Deprimidas são sistemas brejosos ou lagoas transicionais. No centro, podem formar verdadeiros ecossistemas aquáticos, já que a profundidade geralmente é maior, o que permite uma maior acumulação das águas pluviais e/ou uma maior frequência de interceptação do nível freático. A presença de água nas AUs Deprimidas tende a ser mantida pela formação de materiais pouco permeáveis, que contribuem para o selamento da superfície e dos poros dos solos, reduzindo a capacidade de infiltração das águas pluviais e aumentando o seu volume e tempo de permanência no ambiente. Podem estar isoladas ou conectadas à rede de drenagem superficial e/ou subterrânea.

As principais entradas de água nas AUs Deprimidas podem ser superficiais (precipitação direta e/ou escoamento superficial) e/ou subsuperficiais (oscilações do nível freático profundo e/ou suspenso).

Quando a principal ou a única fonte de entrada é superficial, a frequência e a duração da presença de água são dependentes dos períodos chuvosos e da permeabilidade do material. Em materiais pouco permeáveis, a água fica retida mais tempo na superfície ou próxima dela, podendo formar níveis freáticos suspensos. Quando isso ocorre, a umidade do sistema tende a ser mantida mesmo em períodos secos em função da baixa capacidade de infiltração nos fundos das depressões. Quando ocorrem associadas a corpos d'água, podem receber contribuições através de inundações por extravasamento lateral. Quando a principal fonte de água é subsuperficial, a frequência e a duração de sua presença são dependentes das oscilações do nível freático e/ou dos contatos hidráulicos entre subsistemas deprimidos e corpos d'água, quando existentes. Assim, formam uma classe de AUs que interceptam o nível freático suspenso ou profundo com frequência ou que sofrem as influências da subida do nível freático durante os períodos de maior recarga.

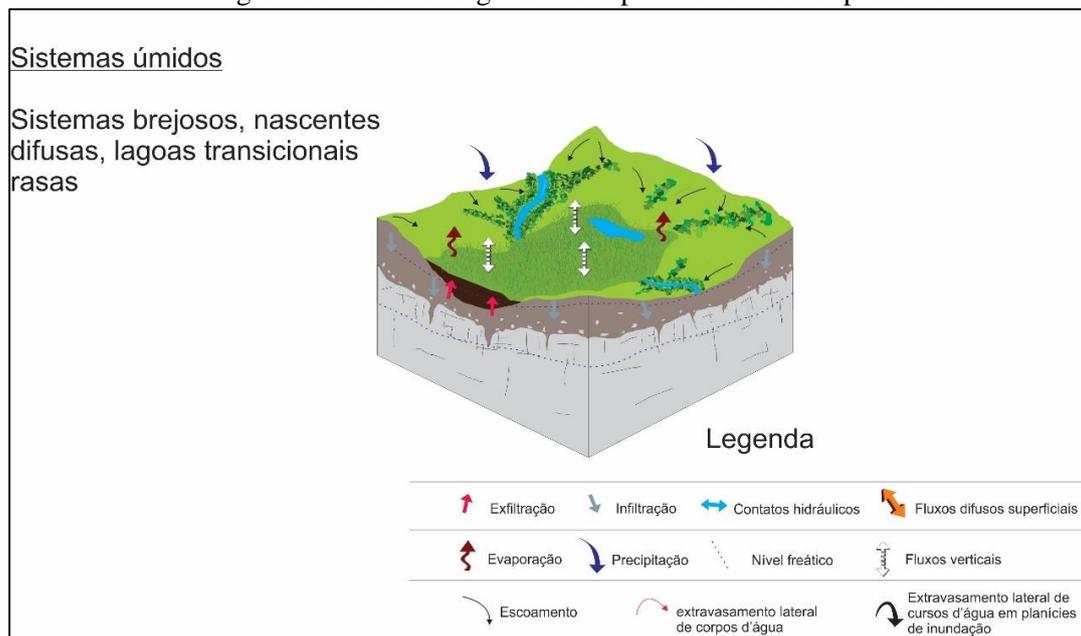
Nas AUs Deprimidas as águas se movimentam, sobretudo, por flutuações verticais. As saídas ocorrem principalmente por evaporação, mas em taxas que não comprometem a existência do sistema. Também podem ocorrer perdas para o nível freático e/ou para corpos d'água e/ou subsistemas deprimidos.

Em Minas Gerais esta classe de AUs é formada geralmente por sistemas brejosos, nascentes difusas e/ou por lagoas transicionais em rochas ferruginosas, quartzíticas e/ou carbonáticas, com presença de substratos rochosos ou pouco alterados até solos estritamente hidromórficos. Em termos de cobertura superficial, a vegetação é formada, principalmente, por gramíneas e herbáceas, que podem ocorrer associadas a formações arbustivas e/ou arbóreas. Em quartzitos e/ou crostas ferruginosas é notável a presença de campos úmidos rupestres.

Apresentam diversas funções HGM, atuando principalmente na recarga e/ou descarga do nível freático e de corpos d'água. Quando conectadas à rede de drenagem superficial e/ou subterrânea sua preservação é essencial para a manutenção das nascentes, a recarga dos aquíferos e a conservação da qualidade das águas subterrâneas.

A figura 6.2 ilustra as características e os mecanismos de funcionamento hidrogeomorfológicos típicos das AUs Deprimidas.

Figura 6.2 – Bloco diagrama exemplificando AUs Deprimidas



Fonte: Autora, 2016.

### 6.2.3 - AUs Planas e Elevadas

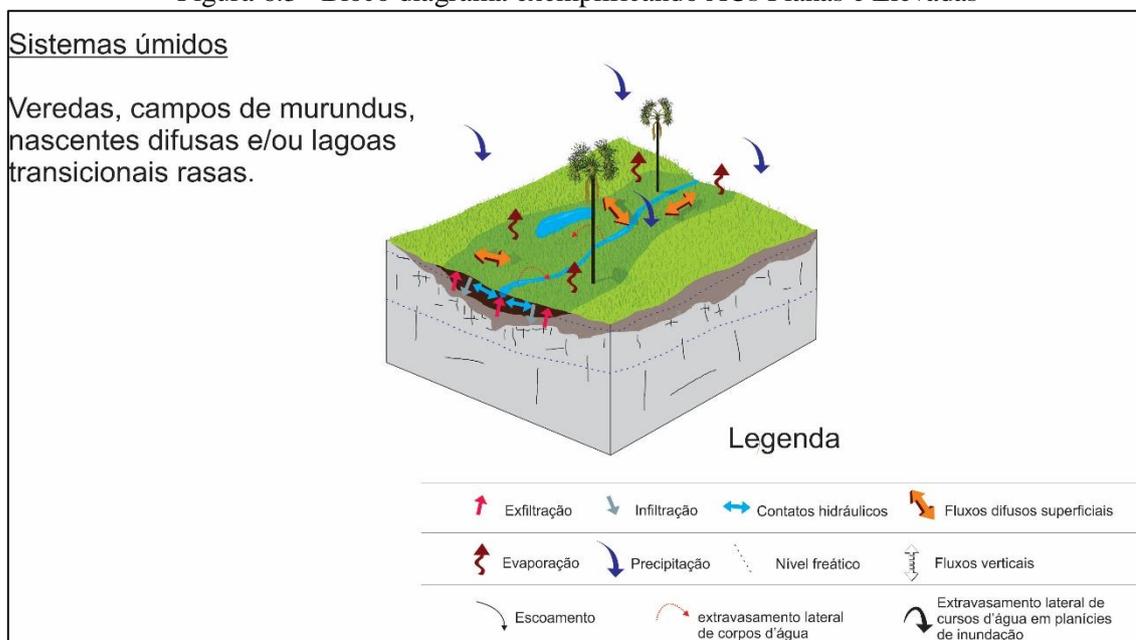
AUs Planas e Elevadas *apresentam formas planas ou suaves sem contornos fechados definidos e podem estar ou não associadas a corpos d'água naturais e/ou artificiais, mas sua principal fonte de água não é por inundação*. Podem apresentar dimensões muito variadas e geralmente ocorrem no contexto geomorfológico de chapadas. Na maioria das vezes estão conectadas à rede de drenagem superficial e/ou subsuperficial.

As principais entradas de água são provenientes do acúmulo das águas pluviais e da surgência/exfiltração de água subsuperficial, em função do nível freático que se encontra na superfície ou próxima a esta. A frequência e a duração da presença da água no sistema são coincidentes com o regime pluviométrico, a permeabilidade do material e o regime de oscilação do nível freático. Secundariamente, podem ocorrer contribuições por meio do extravasamento de corpos d'água. A água se movimenta, principalmente, através de fluxos verticais e/ou superficiais difusos. Em períodos de maior pluviosidade podem ocorrer fluxos concentrados de curta duração. As saídas de água geralmente ocorrem por evapotranspiração, infiltração e percolação da água da planície para o nível freático e/ou para o corpo d'água através de contatos hidráulicos, quando existentes. Podem apresentar subsistemas deprimidos que armazenam mais água, de forma permanente ou temporária.

Em Minas Gerais, as AUs de Áreas Planas e Elevadas são formadas geralmente por sistemas de veredas e de campos de murundus. Nos sistemas de veredas é comum a ocorrência de subsistemas, como as nascentes difusas permanentes e as lagoas transicionais rasas, permanentes ou temporárias, ocupando áreas mais deprimidas. Nos sistemas de campos de murundus ocorrem, com maior frequência, nascentes difusas sazonais. As coberturas superficiais associadas a essa Classe são geralmente campos úmidos e, em áreas específicas, palmeirais. Apresentam solos hidromórficos ou com acentuado hidromorfismo. A ocorrência de Organossolos é mais frequente nos sistemas de veredas. Indicadores das veredas são os buritis e dos murundus os microrelevos arredondados, que apresentam solos mais drenados em relação ao seu entorno direto e arbustos e árvores de pequeno porte.

As AUs dessa Classe apresentam diversas funções HGM, atuando principalmente como áreas de recarga de aquíferos e/ou descargas hídricas, alimentando e perenizando corpos d'água a jusante, e também como filtros naturais de qualidade das águas. Em seu interior, podem apresentar áreas permanentemente secas e ambientes aquáticos que fazem parte da AU, pois são essenciais para a manutenção do ecossistema. A figura 6.3 ilustra as características e os mecanismos de funcionamento hidrogeomorfológicos típicos das AUs de Áreas Planas e Elevadas.

Figura 6.3– Bloco diagrama exemplificando AUs Planas e Elevadas



Fonte: Autora, 2016.

#### 6.2.4 - AUs de Cabeceiras de Drenagem

*As AUs de Cabeceiras de Drenagem apresentam forma côncava e podem coincidir com bacias de ordem zero, vales não canalizados e anfiteatros. Estão associadas a zonas de exfiltração/surgência de água, dando origem, na maioria das vezes, a nascentes difusas e canais e bacias de canais primeira ordem. Sua forma facilita a convergência de fluxos pluviais e subsuperficiais e a acumulação de sedimentos das encostas, que podem auxiliar na retenção de água e na formação de áreas encharcadas.*

As AUs de Cabeceiras de Drenagem apresentam extensão e gradientes de inclinação variados e geralmente ocorrem em posição de alta ou média encosta, podendo apresentar calhas fluviais bem definidas, porém rasas e com vegetação. Quando ocorrem em baixas porções das vertentes, na maioria das vezes estão associadas a soleiras geomorfológicas/geológicas, onde há um maior acúmulo de água. Apresentam, muitas vezes, feições deposicionais permeáveis, como rampas de colúvio e tálus de blocos. Geralmente estão conectadas a rede de drenagem, mas há exceções. Não apresentam subsistemas deprimidos mais úmidos, pois já são, em si, unidades distinguidas pela forma côncava. Ressalta-se que quando os contornos são completamente fechados, são AUs Deprimidas.

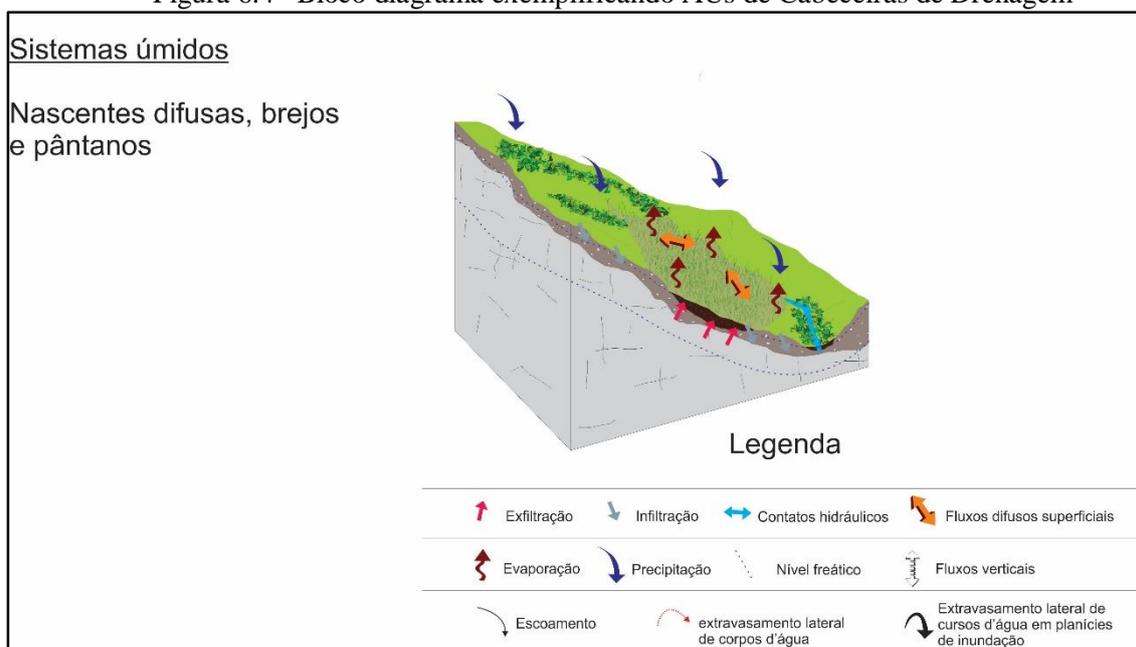
As principais entradas de água são provenientes da exfiltração do nível freático profundo e/ou suspenso, da precipitação direta e do escoamento superficial. Quando a principal fonte de água é o nível freático profundo, as AUs são geralmente permanentes. Por outro lado, quando a principal fonte é a água superficial, são geralmente AUs com regime temporário alimentadas pelas águas pluviais que formam níveis freáticos suspensos no solo. Assim, a formação e a manutenção destas AUs dependem, portanto, das contribuições periódicas pluviais e da permeabilidade do material, que deve ser baixa o suficiente para permitir um maior acúmulo de água.

Em relação ao movimento dominante da água, este se dá por fluxos geralmente difusos no sentido das baixas vertentes. As saídas de água ocorrem por evapotranspiração, infiltração e, na maioria das vezes, por pequenos fluxos fluviais. A jusante, podem ser formadas AUs de fundos de vale.

As AUs de Cabeceiras de Drenagem ocorrem com grande frequência em todo o Estado de Minas Gerais e são formadas tipicamente por nascentes difusas e canais de primeira ordem brejosos e/ou pantanosos. Apresentam comumente solos hidromórficos ou com acentuado hidromorfismo. A vegetação é variada e adaptada as condições físicas locais.

Em termos HGM, apresentam quase sempre interconexões entre a superfície e o meio subterrâneo, o que torna sua preservação essencial para a manutenção hidrológica dos cursos d'água de ordem superiores. A figura 6.4 ilustra as características e os mecanismos de funcionamento hidrogeomorfológico típicos das AUs de Cabeceiras de Drenagem.

Figura 6.4– Bloco diagrama exemplificando AUs de Cabeceiras de Drenagem



Fonte: Autora, 2016.

### 6.2.5 - AUs de Fundos de Vale

As AUs de Fundos de Vale apresentam morfologias planas a onduladas, extensões variadas e estão sempre conectadas à rede de drenagem, mas podem ou não apresentar cursos d'água, bem definidos ou não. Se diferem das AUs de Planícies de Inundação por não apresentarem (ou poucas) feições deposicionais fluviais atuais típicas de planície de inundação, e se diferem das AUs de Cabeceira de Drenagem por não apresentarem forma côncava. Ocorrem em contexto serrano e colinoso.

As AUs de Fundos de Vale sem curso d'água bem definido geralmente se formam quando um canal perde confinamento e energia, de forma natural ou por influência antrópica. Estes canais integram as AUs, pois apresentam margens pouco delimitadas e fluxos difusos. Já nas AUs de Fundos de Vale com curso d'água definido, as margens do canal são definidas e o seu fluxo de água é geralmente concentrado.

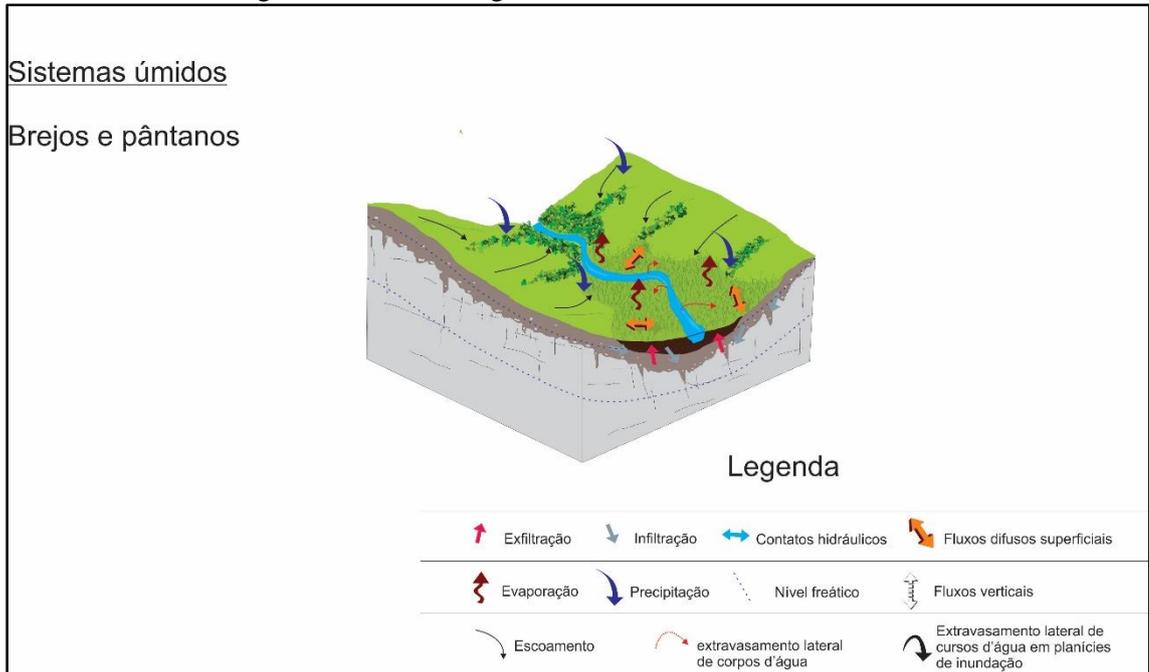
As principais fontes de água das AUs sem canais definidos são provenientes das águas superficiais (precipitação direta e/ou escoamento superficial), das águas percoladas das encostas adjacentes e, quando presentes, dos fluxos espraiados e difusos de origem fluvial. Podem apresentar contribuições dominantes ou secundárias da exfiltração do nível freático. A água se movimenta, principalmente, através de fluxos superficiais difusos. As saídas de água geralmente ocorrem por escoamento superficial, infiltração e evapotranspiração e, com frequência, formam-se cursos d'água nas zonas de saída dos fluxos.

Nas AUs com canais definidos podem haver contribuições primárias ou secundárias de inundações e, em momentos de maior pluviosidade, os fluxos superficiais difusos podem dar lugar aos concentrados. As saídas de água geralmente ocorrem por escoamento superficial, evapotranspiração, infiltração e percolação para o canal e/ou nível freático.

As AUs de Fundo de Vale ocorrem com grande frequência em todo o estado de MG e, muitas vezes, associados a pequenos barramentos antrópicos. Assim como as AUs de Planícies Inundáveis e de Cabeceiras de drenagem são, geralmente, sistemas brejosos ou pantanosos. Os solos são aluviais, hidromórficos ou com acentuado hidromorfismo e as fitofisionomias presentes são os campos úmidos, as florestas inundáveis e/ou palmeirais.

Apresentam diversas funções HGM, como recarga e/ou descarga do nível freático, manutenção de cursos d'água e da qualidade das águas superficiais e/ou subsuperficiais. A figura 6.5 ilustra as características e os mecanismos de funcionamento hidrogeomorfológicos típicos das AUs de Fundo de Vale.

Figura 6.5– Bloco diagrama de AU de Fundo de Vale

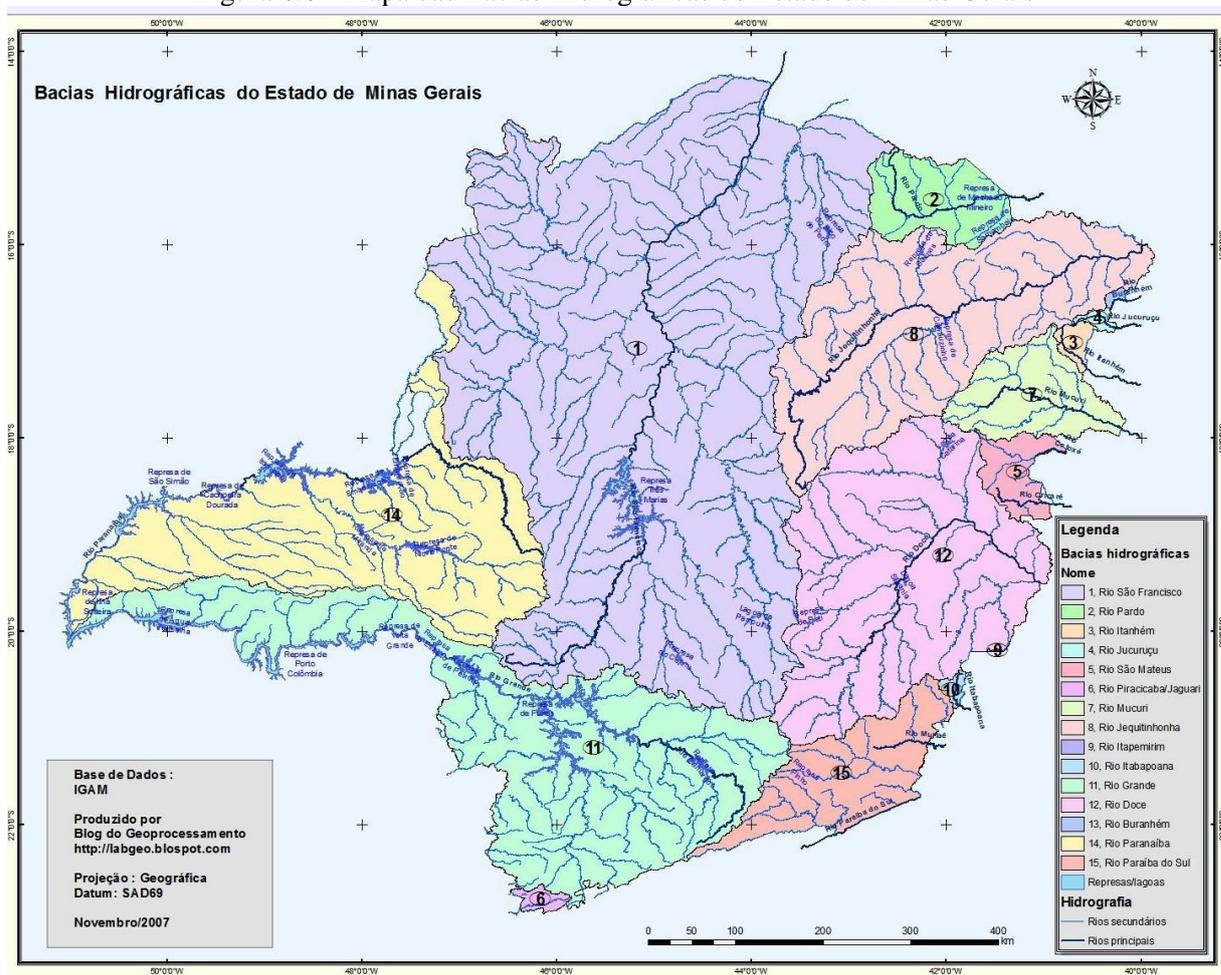


Fonte: Autora, 2016.

### 6.3 - Panorama geral de distribuição das classes de AUs em Minas Gerais

Com base nas Classes HGM propostas apresenta-se, a seguir, um panorama geral de distribuição das AUs em Minas Gerais. O Estado de Minas Gerais é drenado por grandes bacias hidrográficas, com destaque para as bacias dos rios São Francisco, Grande, Paranaíba, Doce e Jequitinhonha. As bacias dos rios Grande e Paranaíba concentram a maior parte dos represamentos hidrelétricos (Figura 6.6).

Figura 6.6 - Mapa das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais



Fonte: Disponível em < <http://labgeo.blogspot.com.br/2007/11/mapa-das-bacias-hidrograficas-de-minas.html> >  
Acesso em: 05/08/2016.

No Estado, há grandes **AUs de Planícies Inundáveis** formando verdadeiros sistemas de lagoas marginais, como na bacia do rio Pandeiros, que integra o médio São Francisco, e no alto e médio curso da bacia do rio Doce. Nessa classe, diversas AUs são formadas por grandes

represamentos, como na região de Furnas na bacia do rio Grande e entre Três Marias e Pirapora na bacia do rio São Francisco. A figura 6.7 ilustra um exemplo de uma AU de Planícies Inundáveis na bacia do rio São Francisco.

Figura 6.7 – AUs na bacia do rio Pandeiros, no norte de Minas



Fonte: © WWF-Brasil / Bento Viana

<[https://www.wwf.org.br/informacoes/noticias\\_meio\\_ambiente\\_e\\_natureza/?30484](https://www.wwf.org.br/informacoes/noticias_meio_ambiente_e_natureza/?30484)>

As **AUs Deprimidas** estão associadas principalmente às áreas deprimidas carbonáticas (calcários e dolomitos), ferruginosas e/ou quartzíticas, que apresentam surgência periódica de água.

Em depressões carbonáticas<sup>29</sup> há muitas AUs em torno de lagoas naturais. Geralmente são AUs brejosas formando lagoas transicionais sazonais, pois se transformam em áreas alagadas quando o nível d'água do aquífero cárstico se eleva em decorrência da recarga durante

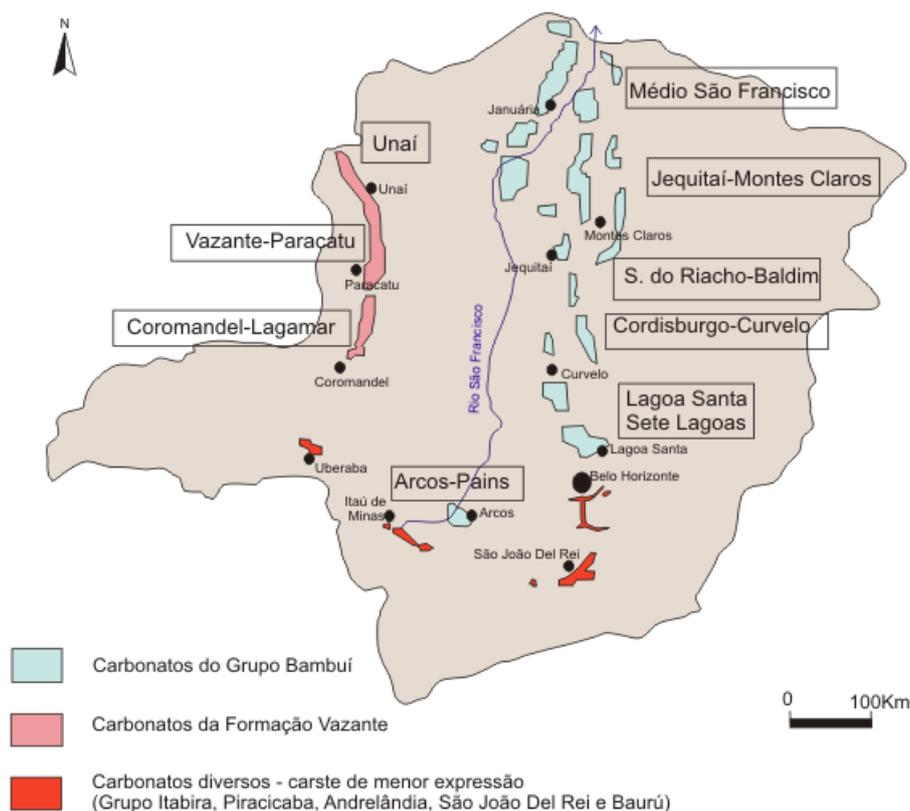
---

<sup>29</sup> Depressões carbonáticas são denominadas de dolinas, uvalas e poljes. As dolinas são depressões superficiais fechadas circulares ou ovais, formadas por dissolução ou abatimento (BIGARELLA et al., 1994; JENNINGS, 1971, 1985). Quando formadas por abatimento são mais profundas e acumulam um volume de água maior e durante mais tempo (BERBERT-BORN, 2002). As uvalas possuem maior amplitude em decorrência da dinâmica de um conjunto de dolinas que, ao longo do tempo, crescem e coalescem, em função do aumento do fluxo d'água ao longo da zona de infiltração, que facilita a corrosão e o aprofundamento das depressões e amplia a área de captação das águas pluviais (PILÓ, 2000; KARMANN, 1994). Geralmente agregam mais de um ponto de captação (HARDT, 2004) e, ao longo do tempo, grandes uvalas podem ser originadas pela captura de várias sub-bacias (OLIVEIRA, 2001). Os poljes são largas depressões fechadas, com comprimentos e larguras extensas, bordejadas por paredes íngremes e, no fundo, são originadas bacias fechadas recobertas por solos ou sedimentos aluvionares e lacustres (JENNINGS, 1971). Podem apresentar sistemas de lagoas ao longo de sua extensão. Geralmente são atravessados por um curso d'água que pode desaparecer em sumidouros e ressurgir na base de escarpamentos (PILÓ, 2000).

o período chuvoso (KOHLER e KARFUNKEL, 2002). Dependendo da posição do nível freático e/ou da época do ano, uma mesma AU em depressão cárstica pode funcionar como área de convergência e captura da drenagem superficial para o meio subterrâneo (sumidouro) e como área de (res) surgência da água subterrânea para a superfície (MENDES, 2013).

No Estado, as AUs Deprimidas carbonáticas ocorrem nos relevos da Formação Vazante (Coromandel-Lagamar, Vazante-Paracatu e Unai) e, principalmente, do Grupo Bambuí, no médio curso do rio São Francisco, como nas regiões de Arcos-Pains, Lagoa Santa e do vale do rio Peruaçu. A figura 6.8 mostra a localização das principais áreas carbonáticas em Minas Gerais.

Figura 6.8- Localização das principais áreas carbonáticas no Estado



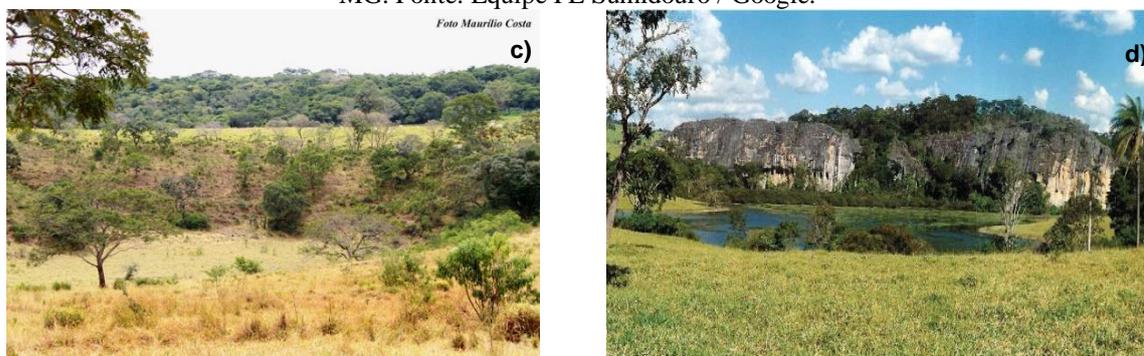
Fonte: Adaptado de Piló, 1997.

A região de Lagoa Santa e Sete Lagoas, por exemplo, apresenta um sistema com inúmeras lagoas cársticas temporárias e perenes, formado por dolinas e uvalas com tamanhos, formas e padrões hidrológicos variados e por extensas planícies rebaixadas (BERBERT-BORN, 2002; SAMPAIO, 2010). A figura 6.9 ilustra exemplos de AUs em depressões cársticas nessa região. Aqui, cabe destacar a dificuldade e a necessidade de trabalhos de campo envolvendo as estações secas e chuvosas para delimitar as AUs e diferenciá-las de ecossistemas aquáticos.

Figura 6.9 - AUs Deprimidas em relevo carbonático



Legenda: AU Deprimida associada a Lagoa do Sumidouro no período chuvoso (a) e seco (b), Lagoa Santa – MG. Fonte: Equipe PE Sumidouro / Google.



Legenda: AU Deprimida em dolina próxima ao sítio arqueológico de Caieiras (c), Matozinhos MG. Fonte: Maurílio Craveiro da Costa /Google.

Legenda: AU Deprimida em área de dolinamento, com a possível formação de lagoa no centro (d), Mocambeiro - MG. Fonte: Kohle / Google.

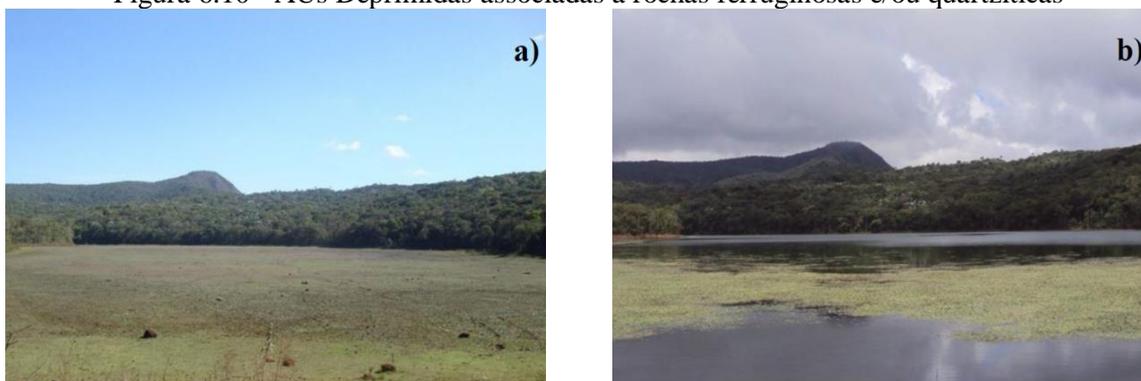
No topo da Serra do Gandarela, no interior do Quadrilátero Ferrífero, também há AUs formadas em depressões carbonáticas, em função da ocorrência de dolomitos sobre o substrato de canga que, periodicamente, acumulam água, formando lagoas e AUs naturais (SILVA e SALGADO, 2009; LAMOUNIER et al., 2011). Contudo, as AUs mais ocorrentes nas áreas deprimidas e elevadas do Quadrilátero Ferrífero estão associadas às rochas ferruginosas (itabiritos e cangas) e quartzíticas<sup>30</sup>. Algumas dessas áreas de canga, por exemplo, apresentam lagoas e AUs que ocupam uma área em torno de 300 hectares e cotas superiores a 1.300 m (CARMO e JACOBI, 2012; 2013). Essas áreas também podem configurar AUs de Planícies Inundáveis.

As AUs Deprimidas associadas às rochas quartzíticas são mais frequentes na Serra do Espinhaço Meridional, na porção central do Estado. Ocorrem geralmente de forma descontínua

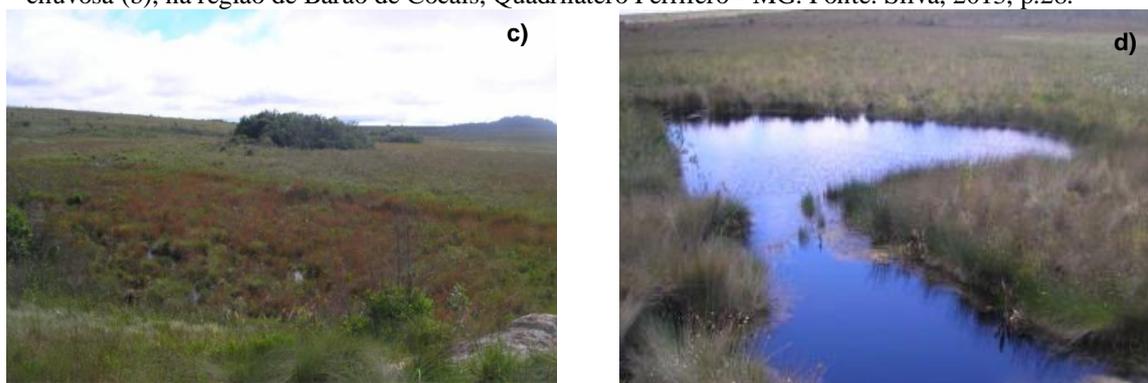
<sup>30</sup> As origens desses sistemas estão associadas ao intemperismo de rochas, como a dissolução de dolomitos e de itabiritos dolomíticos nas depressões fechadas na Serra do Gandarela do QF (PEREIRA, 2012) e de litotipos mais susceptíveis confinados entre quartzitos altamente resistentes na SdEM (CAMPOS, 2014).

em altitudes superiores a 900 metros e estão associadas aos campos rupestres encharcados, formando ambientes únicos (DRUMMOND et al, 2005). Por vezes, manchas de turfeiras também podem ser encontradas nessa região, sobretudo onde o microclima é mais ameno. A figura 6.10 mostra alguns exemplos dessas AUs.

Figura 6.10 - AUs Deprimidas associadas a rochas ferruginosas e/ou quartzíticas



Legenda: AU Deprimida com característica de brejo na estação seca (a) e de lagoa transicional na estação chuvosa (b), na região de Barão de Cocais, Quadrilátero Ferrífero - MG. Fonte: Silva, 2013, p.28.

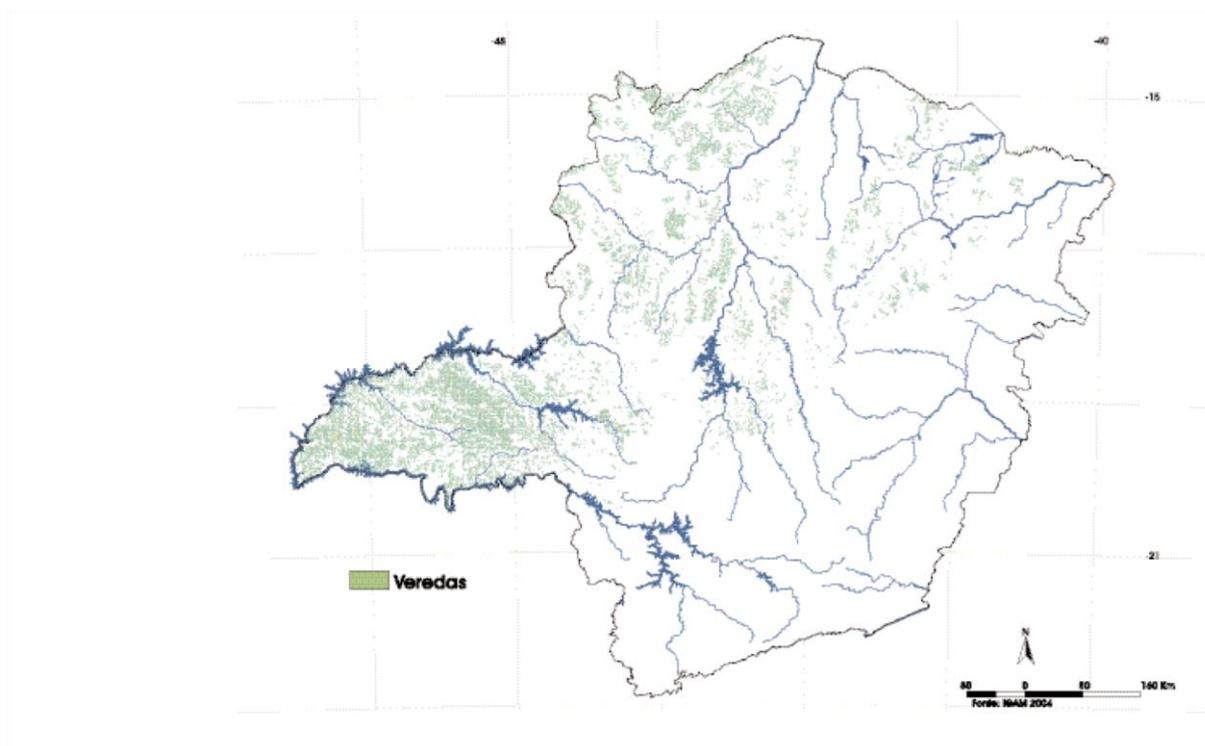


Legenda: AU Deprimida brejosa turfosa (c), na Serra do Espinhaço Meridional - MG. Fonte: Horak, 2009, p.94.

Legenda: AU Deprimida brejoso turfosa (d), na Serra do Espinhaço Meridional - MG. Fonte: Horak, 2009, p.94.

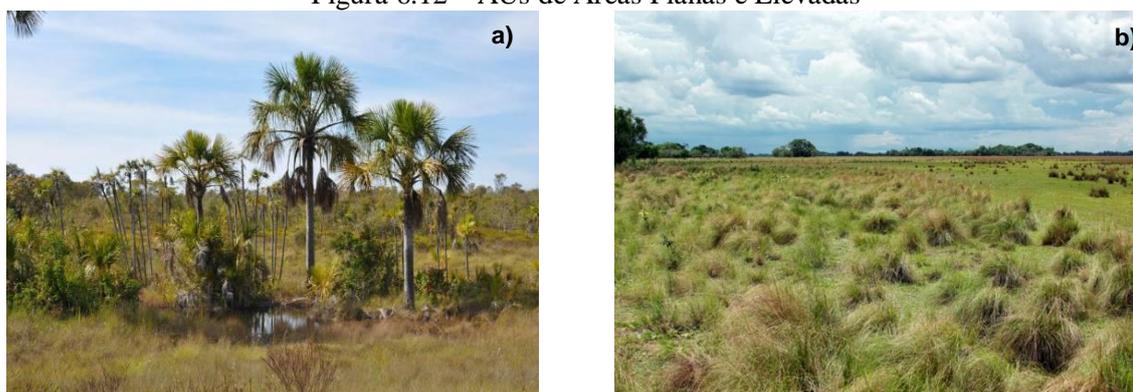
As grandes **AUs Planas e Elevadas** estão associadas principalmente aos sistemas de veredas nos chapadões e depressões do oeste (Triângulo Mineiro), noroeste e norte do Estado, nas bacias dos rios São Francisco, Paranaíba e Grande (OLIVEIRA FILHO et al., 2006) e, em menor expressão, nas chapadas das bacias dos rios Jequitinhonha e Pardo (DRUMMOND et al, 2005). Em direção leste do estado, as veredas são mais esparsas e concentram-se em alguns trechos de depressões, chapadas e áreas da Serra do Espinhaço (DRUMMOND et al, 2005). Também estão associadas aos campos de murundus. A figura 6.11 apresenta um mapa da distribuição espacial das veredas em Minas Gerais, feito com base nos mapeamentos do Centro de Inovação e Tecnologia – CETEC de 1981 e 1983 (DRUMMOND et al, 2005), e a figura 6.12 ilustra exemplos da classe de AUs Planas e Elevadas.

Figura 6.11 - Mapa de localização das veredas em Minas Gerais



Fonte: Drummond et al. (2005, p.103).

Figura 6.12 – AUs de Áreas Planas e Elevadas



Legenda: Vereda no Parque Nacional Grande Sertão Veredas (a), noroeste de MG. Fonte: Google.

Legenda: Campo de Murundu (b), noroeste de MG. Fonte: Google.

As classes de **AUs de Cabeceiras de Drenagem** e **AUs de Fundo de Vale** são típicas em todo o território do Estado, não havendo regiões geográficas específicas que atuam condicionando ou influenciando a formação dessas classes de AUs. Pode-se dizer que as AUs de Cabeceiras de Drenagem apresentam dimensões variáveis e ocorrem, principalmente, em concavidades que abrigam nascentes difusas, e que as AUs de Fundo de Vale ocorrem em

inúmeros tipos de vales em todo o Estado, sendo que diversas vezes são um prolongamento daquelas primeiras. As figuras 6.13 e 6.14 ilustram, respectivamente, exemplos de AU de Cabeceira de Drenagem e AU de Fundo de Vale.

Figura 6.13 - AU de Cabeceiras de Drenagem



Legenda: AU de Cabeceira de Drenagem na região de Itatiaiuçu – MG. Fonte: Autora.

Figura 6.14 - AU de Fundo de Vale



Legenda: AU de Fundo de Vale em relevo colinoso. Fonte: Autora.

## 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme foi abordado neste trabalho, as AUs desempenham inúmeras funções hidrogeomorfológicas e ambientais essenciais, atuando na manutenção da dinâmica hidrológica e no regime de inundações, na recarga de aquíferos, na perenização de corpos d'água e na proteção da qualidade das águas, dentre outras.

Nas últimas décadas houve um aumento das pesquisas relacionadas às AUs brasileiras, mas foi demonstrado que ainda há lacunas significativas no estabelecimento de critérios de definição e classificação das AUs para avançar na proteção e gestão sustentável dessas áreas.

Desse modo, foi desenvolvida uma proposta de referência de AUs com base em uma extensa pesquisa de definições e de abordagens teórico-conceituais e legais sobre as AUs na literatura especializada e nas percepções e aprendizados obtidos por meio das entrevistas realizadas com especialistas brasileiros. As entrevistas ampliaram as discussões e visões, demonstrando mais claramente pontos de convergência e divergência nas concepções das AUs e nos seus critérios de identificação, delimitação e classificação. Foi demonstrado que esses critérios precisam ser debatidos por equipes multidisciplinares e integradas para formar concordâncias conceituais: mais precisas (para identificar e delimitar as AUs e diferenciá-las de ecossistemas aquáticos e terrestres); mais amplas (para englobar os diferentes contextos geomorfológicos em que as AUs ocorrem); mais completas (para abarcar os diferentes tipos de AUs); e mais operacionalizáveis (para ser mais aplicável na gestão). Essa necessidade resulta da própria diversidade das AUs, as quais ocorrem em contextos geomorfológicos e hidroclimáticos variados e abarcam diferentes níveis de complexidade, extensões e funções ambientais.

A elaboração da proposta conceitual incluiu características que assumem papel central na formação, identificação, delimitação e classificação das AUs na tentativa de promover maiores convergências nas concepções brasileiras correntes de AUs e torná-la, por conseguinte, mais operacionalizável por pesquisadores, analistas, técnicos e gestores de diferentes áreas do conhecimento atuantes na área ambiental.

Também foi demonstrado que os fatores hidrogeomorfológicos são os fatores estruturantes na formação das AUs, independentemente do tipo de solo e vegetação, elementos complementares e indicadores de AUs.

Foi evidenciado como e quais as características hidrogeomorfológicas das AUs as contextualizam na paisagem, avaliam seu mecanismo de manutenção e funcionamento

hidrológico e suas relações com o relevo e a dinâmica hidrológica do entorno, identificando, na maioria das vezes, as áreas de maior importância hidrológica e de maior vulnerabilidade física para proteção. Foram reunidos e avaliados os principais critérios hidrogeomorfológicos utilizados nos níveis iniciais de classificação, fornecendo classes mais amplas e unificadoras. Essas classes, que podem ser acompanhadas de dados mais específicos, como de vegetação, podem servir de base para diferentes estudos sobre as AUs e atenuar as dificuldades envolvidas no uso de termos específicos e regionais. Também foi exemplificado como as características pedológicas e da vegetação influenciam o desempenho das funções hidrogeomorfológicas das AUs e que é a partir da análise conjunta de seus fatores hidrológicos, geomorfológicos, biológicos/ecológicos e pedológicos que se faz uma análise mais abrangente e completa da AU.

No contexto de Minas Gerais, o uso de parâmetros HGM para classificar AUs é vantajoso em função da diversidade de quadros geomorfológicos que respondem e funcionam hidrologicamente de forma específica, determinando diferentes tipos de AUs. Nesse sentido, a proposta das classes hidrogeomorfológicas de AUs foi desenvolvida considerando-se os principais contextos geomorfológicos do Estado, as características hidrodinâmicas e os principais tipos de solo e vegetação relacionados às AUs. Como foi dito, as classes propostas devem ser compreendidas em um contexto de generalização necessária para os propósitos da pesquisa.

A proposta de classificação dessa pesquisa poderá contribuir como uma futura ferramenta de apoio a legislação, como a elaboração de leis de proteção, mapeamentos, diagnósticos ambientais e programas de gestão, recuperação e conservação. Para tanto, novas etapas de pesquisas são necessárias para testar e aprimorar a classificação desenvolvida. É preciso realizar testes em campo da proposta em diferentes contextos geomorfológicos do Estado e escalas espaciais. Informações hidrogeomorfológicas adicionais podem ser necessárias, tais como a dimensão das AUs, ordens e gradientes dos cursos d'água associados, localização na bacia, tamanho da bacia, gradiente, etc.

Dessa forma, recomenda-se um levantamento e estudo metodologicamente fundamentados de AUs de referências que devem servir como exemplos/modelos de cada classe HGM, que poderão auxiliar o desenvolvimento e a aplicação de um futuro guia de classificação das AUs de Minas Gerais, como foi feito no caso da África do Sul. O levantamento de exemplos de AUs deverá mostrar as diferentes dimensões espaciais em que as AUs podem ocorrer e os possíveis recortes escalares em que podem ser abordadas e classificadas. Além disso, recomenda-se um aprofundamento dos estudos sobre a distribuição das AUs no Estado. Estes

processos de levantamento devem ser acompanhados de ilustrações, imagens e mapas topográficos a fim de explicar essas nuances e facilitar o uso da classificação.

Cabe destacar que as classificações são instrumentos utilizados para prover uniformidade, organização, mapeamento, descrição, avaliação e comparação, possibilitando a sistematização e ampliação do conhecimento quanto a regulamentação e ordenamento de políticas legais. Por outro lado, conforme notado, todas classificações têm seus limites, sendo impossível desenvolver uma classificação que abarque todas as diversidades do objeto em questão. Ou seja, ao mesmo tempo que as classificações são instrumentos de inclusão, são também de exclusão. Dessa forma, é recomendável que um futuro sistema de classificação de Minas Gerais se pautem em um conceito de AUs que seja “preciso, amplo e completo” para incluir uma maior variedade de AUs e que expresse e discuta suas nuances e limitações a fim de deixá-lo mais claro quanto aos seus critérios e características do objeto de investigação.

Diante dessa realidade, a proposta de classificação hidrogeomorfológica das AUs em Minas Gerais contribui para demonstrar a necessidade de ampliar pesquisas e discussões relacionadas à dinâmica hidrológica das AUs e à elaboração de instrumentos de gestão e proteção mais completos e eficazes, e também contribui para a literatura das AUs brasileiras, em especial sua concepção, formas de classificação e os tipos gerais de AUs de Minas Gerais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M; ALMEIDA, C.V. **Morfologia da raiz de plantas com sementes**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2014. 71 p. Coleção Botânica, 1. Disponível em <[http://www.lcb.esalq.usp.br/sites/default/files/publicacao\\_arq/978-85-86481-32-1.pdf](http://www.lcb.esalq.usp.br/sites/default/files/publicacao_arq/978-85-86481-32-1.pdf)>. Acesso em 20/08/2016
- AUSTRALIAN GOVERNMENT. Department of the Environment and Energy. About Wetlands. What are wetlands? [2017?]. Disponível em <<http://www.environment.gov.au/water/wetlands/about>>. Acesso em: 01 mar. 2017.
- ARMSTRONG, W.; BRÄNDLE, R.; JACKSON, M. B. Mechanisms of flood tolerance in plants. **Acta Botanica Neerlandica**, v. 43, n. 4, p. 307-358, Dez., 1994.
- BARBIER, E. B., ACREMAN, M. C; KNOWLER, D. **Economic valuation of wetlands: A guide for policy makers and planners**. 1.ed. Switzerland: Ramsar Convention Bureau. 1997. Disponível em <[https://www.researchgate.net/publication/246010067\\_Economic\\_valuation\\_of\\_wetlands\\_a\\_guide\\_for\\_policy\\_makers\\_and\\_planners](https://www.researchgate.net/publication/246010067_Economic_valuation_of_wetlands_a_guide_for_policy_makers_and_planners)>. Acesso em: 05 maio 2015.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições 70, p 223. 2008.
- BEIRIGO, R. M. **Formação e degradação de feições redoximórficas em solos do Pantanal – MT**. 2013. 125 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Unidade da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.
- BERBERT-BORN, M. Carste de Lagoa Santa, MG - berço da paleontologia e da espeleologia brasileira. In C. SCHOBENHAUS; D. A. CAMPOS; E. T. QUEIROZ; M. WINGE E M. L. C. BERBERT-BORN. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), Brasília, p. 415-430, 2002.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis, Ed. da UFSC, 1994.
- BOAVENTURA, R. S. Contribuição ao estudo sobre a evolução das veredas. In: **Plano de desenvolvimento integrado do noroeste mineiro, recursos naturais**, 2., 1981. Belo Horizonte: CETEC. 1981.
- BONI, V.; QUARESMA, S.J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**, Florianópolis, v.2, n.1, p.68-80. 2005. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/viewFile/18027/16976>>. Acesso em: 05 agosto 2015.
- BOULTON, A. J. e BROCK, M. A. **Australian Freshwater Ecology: Processes and Management**. Gleneagles Publishing: Adelaide. 1999. 300 p.
- BRASIL. Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996. Promulga a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat de Aves Aquáticas, conhecida como

Convenção de Ramsar, de 02 de fevereiro de 1971. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 17 maio 1996.

BRASIL. Decreto nº 5.758/06, de 13 de abril de 2006. Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 17 abril 2006.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 28 maio 2012.

BRASIL. **Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP**. Brasília: MMA, 2006.

BRASIL. **Plano Nacional de Recursos Hídricos: Prioridades 2012-2015**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano - SRHU – Brasília, MMA, 2011a.

BRASIL. **Relatório Nacional sobre a Implementação da Convenção de Ramsar sobre Áreas Úmidas: Relatório Nacional a ser submetido à 11ª Reunião da Conferência das Partes Contratantes**. Brasília, MMA, 2011b.

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.

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. Classification of Wetlands. In: LePage B. A. **Wetlands: Integrating Multidisciplinary Concepts**. (ed.). Springer, Dordrecht. 2011. Chapter 5. p. 95-113.

BROOKS, R.P; BRINSON, M.M.; WARDROP, D.H.; BISHOP, J.A. Hydrogeomorphic (HGM) Classification, Inventory, and Reference Wetlands. In: BROOKS, R.P; WARDROP, D.H. **Mid-Atlantic Freshwater Wetlands: 39 Advances in Wetlands Science, Management, Policy, and Practice**.. Chapter 2. 2013. p.39-59.

CALEFFI, V. **A legislação brasileira na conservação das Áreas Úmidas: compilação de termos e definições**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Biologia – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS. p.138.

CAMACHO, A. **La gestión de los humedales en la política de aguas en España. En: Panel científicotécnico de seguimiento de la política del agua**. Fundación Nueva Cultura del Agua, Convenio Universidad de Sevilla y Ministerio de Medio Ambiente. 2008.

CAMPOS, J. R. R. **Relações entre morfoestratigrafia e hidrologia na formação das turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional**. 2014. 98 f. Tese (Doutorado) - Unidade da USP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2014.

CARMO, F. F.; JACOBI, C. M. As cangas do Quadrilátero Ferrífero. In: \_\_\_\_\_. **Diversidade florística nas cangas do Quadrilátero Ferrífero**. IDM, Belo Horizonte, p.1-13, 2012.

CARMO, F. F. e JACOBI, C. M. **A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto fitogeográfico.** Rodriguésia, Rio de Janeiro, v.64, n.3, 2013.

CARVALHO, P. G. S. **As veredas e sua importância no domínio dos cerrados.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.15, n.168, p.54-56, 1991.

CATALUÑA (Comunidad autónoma española). Ley 12/1985, de 13 de junio, de Espacios Naturales. Fecha Publicación DOGC 30/11/1994.

CHIFFINGS, A.W. An inventory of research and available information on wetlands in Western Australia. Dept. of Conservation and Environment, Wetlands Advisory Committee. Bulletin 25. 1977. Disponível em: < <https://library.dpaw.wa.gov.au/static/FullTextFiles/004047.e.pdf>> Acesso em 10/08/2015.

COWARDIN, L.M, et al. **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.

CUNHA, C. N.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. **Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats.** Cuiabá: EdUFMT. 2015. p.165. Disponível em < <http://cppantanal.org.br/wp-content/uploads/2017/04/E-book-Classificacao-e-Delineamento-das-AUs.pdf> >. Acesso em: 02 fev. 2015.

DIAS-FILHO, M. B. **Características morfofisiológicas associadas à tolerância de gramíneas ao alagamento e ao encharcamento.** 2012. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 383. 2012.

DIEGUES, A. C. **Inventário de Áreas Úmidas Brasileiras: Povos e Águas.** 2.ed., São Paulo, 2002.

DRUMMOND, G.M et al. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação.** 2. Ed - Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222 p.

DINIZ DE ARAUJO NETO, M.; FURLEY, P. A.; HARIDASAN, M.; JOHNSON, C. E. The murundus of the cerrado region of Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, p. 17-35, 1986.

EITEN, G.A. **A vegetação do Cerrado.** In: PINTO, M.N. Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas. 2.ed. Brasília: UNB, SEMATEC, 1994. 9-65p.

EITEN, G. Vegetação Natural do Distrito Federal. Universidade de Brasília/SEBRAE, 2001.162p.

UNITED STATES. Clean Water Act, Section 404, 1977. Establishes a program to regulate the discharge of dredged or fill material into waters of the United States, including wetlands. U.S Army Corps of Engineers: U.S. Environmental Protection Agency. 1977. Disponível em < <https://www.epa.gov/cwa-404/clean-water-act-section-404>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

UNITED STATES. Food Security Act of 1985 (P.L. 99-198). Provides a 5-year framework for the Secretary of Agriculture to administer various agriculture and food programs. United States

Department of Agriculture. 1985. Disponível em <  
[https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/41995/15133\\_aib498\\_1\\_.pdf?v=41055](https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/41995/15133_aib498_1_.pdf?v=41055)>.  
 Acesso em: 23 mar. 2015.

UNITED STATES. Proper use of Hydric Soil Terminology. Hydric Soil Definition. Federal Register, July 13, 1994. Disponível em <  
[https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/use/hydric/?cid=nrcs142p2\\_053974](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/use/hydric/?cid=nrcs142p2_053974)>.  
 Acesso em: 23 mar. 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

ESTEVES, F. A. Considerations on the ecology of wetlands, with emphasis on brazilian floodplain ecosystems. In: SCARANO, F. R.; FRANCO, A. C. (eds.). **Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics**. v.4, Series Oecologia Brasiliensis. Rio de Janeiro, p. 111-135, 1998.

ESTEVES, FA., 2011. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 826 p.

FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em Unidades de conservação de Belo Horizonte – MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. 2009. 275 f. Dissertação (mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais. 2009.

FERREIRA, I. M, s/d. **Bioma Cerrado. Um estudo das paisagens do cerrado**. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/ChristofferCarlos/bioma-cerrado-12274868>. Acesso em: 22 jul.2016.

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

FINLAYSON, C.M; DAVIDSON, N. C. Global review of wetland resources and priorities for wetland inventory. In: FINLAYSON, C.M; SPIERS, A.G. **Global review of wetlands resources and priorities for wetland inventory**. Supervising Scientist Report 144 / Wetlands International Publication 53, Canberra. 1999. Disponível em: <  
<https://www.environment.gov.au/system/files/resources/b7be7f68-4522-4aa5-8e86-de5cabd21645/files/ssr144-full-report-web.pdf> > Acesso em: 02 mar. 2016.

FRANCE. Loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau. Consacre l'eau en tant que patrimoine commun de la Nation. 1992.

FRANÇA. **Função de pedotransferência para estimativa de estoques de carbono em solo de áreas de campo limpo úmido do Distrito Federal**. 2011. 144 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade de Brasília, Brasília. 2011.

GETZNER, M. Investigating public decisions about protecting wetlands. **J. Environm. Manag.**, v.64: p.237-246, 2002.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, p 202. 1999.

GRIGOROWITSCHS, H. **Estudo das propriedades hidromórficas de solos e depósitos no setor inferior das vertentes e em fundos de vale na Alta Bacia Hidrográfica do rio Cotia / Planalto de Ibiúna.** 2013. 220 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

HARDT, R. **Aspectos da morfologia cárstica da Serra do Calcário – Cocalinho – MT.** 2004. 98 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo. 2004.

HORAK, I. **Relações pedológicas, isotópicas e palinológicas na reconstrução paleoambiental da turfeira da Área de Proteção Especial (APE) Pau-de-Fruta, Serra do Espinhaço Meridional – MG.** 2009. 281 p. Dissertação (mestrado) - Unidade da USP - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2009.

IRGANG, B.E., PEDRALLI, G.; WAECHTER, J. I. 1984. **Macrófitos aquáticos da Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul. Brasil.** *Roessleria*, n.6: p.395-404.

IRGANG, B. E.; GASTAL Jr. **Macrófitas aquáticas da planície costeira do RS.** Porto Alegre: CPG-Botânica/UFGS. 1996. 290 p.

JENNINGS, J.N. **Karst. An introduction to systematic geomorphology.** v.7. 1971.

JENNINGS, J.N. **Karst geomorphology.** Oxford: Basil Blackwel. 281 p. 1985.

JÚNIOR, A.F.B; JÚNIOR, N.F. A utilização da técnica da entrevista em trabalhos científicos. **Evidência, olhares e pesquisa em saberes educacionais.** Araxá, MG, v. 7, n. 7, p. 237-250. 2011.

JUNK, W.J; et al. Brazilian wetlands: Definition, delineation and classification for research, sustainable management and protection. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Environments**, v.24, n.1, p.5-22. 2013.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The Flood Pulse Concept in River Floodplain Systems. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Special Publication, n.106, p. 110-127. 1989.

JUNK, W.J; et al. **Definição e Classificação das Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Base Científica para uma Nova Política de Proteção e Manejo Sustentável.**, p 67. 2012. Disponível em [http://www.inau.org.br/classificacao\\_areas\\_umidas\\_completo.pdf](http://www.inau.org.br/classificacao_areas_umidas_completo.pdf)

JUNTA DE ANDALUCÍA. **Plan Andaluz de Humedales.** Ed. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 253p. 2002. Disponível em < [http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/plan\\_humedales.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/plan_humedales.pdf) > Acesso em: 05 abr. 2016.

KAMPF, N.; CURI, N. Formação e evolução do solo (pedogênese). In: KER, J. C. et al. **Pedologia: fundamentos.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS, 2012. p. 207-302.

KARMANN, I. **Evolução e dinâmica atual do sistema cárstico do alto vale do rio Ribeira de Iguapé, sudeste do estado de São Paulo.** 1994. 228 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

KEDDY, P.A. **Wetland Ecology: Principles and Conservation**. Cambridge University Press: Cambridge, IK, USA. 2010. 497p.

KOHLER, H. C.; KARFUNKEL, J. The Quaternary morphogenesis of the Lagoa Santa tropical karst, Minas Gerais State, SE Brazil. **Theoretical and Applied Karstology**, v. 15, p.93-99, 2002.

KOTZE, D.C. **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.

LAMOUNIER, W.L et al. Serra do Gandarela: Possibilidade de ampliação das unidades de conservação no Quadrilátero Ferrífero - MG. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 22, p. 171-192. 2011.

LEFOR, M.W.; KENNARD, W.C. **Inland Wetland Definitions**. Connecticut Institute of Water Resource, Report n 28, nov. 1977. Disponível em: <[http://digitalcommons.uconn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1026&context=ctiwr\\_specreports](http://digitalcommons.uconn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1026&context=ctiwr_specreports)> Acesso em: 06 jun.2015.

LIMA, S. C. A preservação das veredas para manutenção do equilíbrio hidrológico dos cursos d'água. In: **Encontro Nacional de Estudos Sobre o Meio**. Londrina. Anais... Londrina: UEL/NEMA, 1991. p. 204-218.

LYON, J. G.; LYON, L.K. **Practical Handbook for Wetland Identification and Delineation**, 2.ed. CRC Press. 2011.189 p.

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, AS.; GUADAGNIN, DL; STENERT, C. Wetlands of Rio Grande do Sul, Brazil: a classification with emphasis on their plant communities. **Acta Limnológica Brasiliensia**, vol. 16, no. 2, p. 137-151. 2004.

MANZINI, E. J. A entrevista na pesquisa social. In: **Didática**, São Paulo, v. 26/27, p. 149-158, 1990 / 1991.

MENDES, J.B. **Propostas didáticas para o ensino do Carste na educação básica**. 2013. 110f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução Conama nº 004, de 18 de setembro de 1985. Dispõe sobre definições e conceitos sobre Reservas Ecológicas. Data da legislação: 18/09/1985 - Publicação DOU, de 20/01/1986, págs. 1095-1096. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=21>> Acesso em 10 de julho. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>>. Acesso em 10 de julho. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução no 99, de 26 de março de 2009. Aprova o Detalhamento Operativo dos Programas VIII, X, XI e XII do Plano Nacional de Recursos Hídricos. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em < <http://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2099.pdf>>. Acesso em 15 março. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.148, de 13 de dezembro de 2012. Aprova o Detalhamento Operativo do Programa IX do Plano Nacional de Recursos Hídricos. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em < <http://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%20148.pdf>>. Acesso em 15 março. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Recomendação CNZU n.05, de 25 de julho de 2012. Dispõe sobre critérios para designação de Sítios Ramsar e elenca Áreas Protegidas a serem indicadas como potenciais Sítios de Importância Internacional – Sítios de Ramsar. Secretaria de biodiversidade e florestas. Comitê nacional de zonas úmidas. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80089/recomendacao%20CNZU%20n%205%20critérios.pdf>>. Data 18 abril. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/instrumentos-de-gestao/s%C3%ADtios-ramsar> Acesso em: 11 abril. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Convenção de Ramsar**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zonas-umidas-convencao-de-ramsar>. Acesso em: 05 jan 2015.

MINAS GERAIS (Estado). Lei Florestal Mineira nº 20.922, de 17 de outubro de 2013. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Publicação – Diário do Executivo – Minas Gerais 17 out. 2013.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS. Análise das principais mudanças que a Lei Federal nº 12.651/12 (Novo Código Florestal Federal), de 25 de maio (com as inserções advindas pela Medida Provisória nº 571/12, de 25 de maio, e pela lei federal nº 12.727/12, de 17 de outubro), trouxe ao ordenamento jurídico ambiental, 2013. Disponível em: <[http://www.mpggo.mp.br/portal/system/resources/W1siZiIsIjIwMTMvMDQvMDUvMTRfMjFfMDdfMTA5X2NvbNpZGVyYWNvZXNfQ0FPTUFfbGVpX2ZlZC5fMTI2NTEuMTIucGRmI1d/consideracoes%20CAOMA\\_lei%20fed.%2012651.12.pdf](http://www.mpggo.mp.br/portal/system/resources/W1siZiIsIjIwMTMvMDQvMDUvMTRfMjFfMDdfMTA5X2NvbNpZGVyYWNvZXNfQ0FPTUFfbGVpX2ZlZC5fMTI2NTEuMTIucGRmI1d/consideracoes%20CAOMA_lei%20fed.%2012651.12.pdf)>

MITCHELL, DS. Water weeds. In: MITCHELL, DS. ed. **Aquatic vegetation and its use and control**. Paris: UNESCO, p. 13-22, 1974.

MITSCH, W.J.; GOSELINK, J.G. **Wetlands**. 2 ed. John Wiley & Sons, New York, US. 1993. p.722.

MITSCH, W.J.; GOSELINK, J.G. **Wetlands**. 3.ed. John Wiley & Sons, New York, US. 2000.

MITSCH, W.J.; GOSELINK, J.G. **Wetlands**. 4.ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, US. 2007. p.582.

MOREIRA, V.B.; FILHO, A.P. **Nascentes do Cerrado no Triângulo Mineiro-MG: caracterização física das veredas e campos de murundus**. XI: Encontro Nacional da ANPEGE. A diversidade da geografia brasileira: escalas e dimensões da análise e da ação. 2015.

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.

NEIFF, J.J.; IRIONDO, M.H.; CARIGNAN, R. Large tropical south american wetlands: an overview. pp. 156-165, In: Link, G.L. and Naiman, R.J. (Ed). **The Ecology and Management of Aquatic-terrestrial Ecotones**. Proceedings book, Univ. of Washington. 1994, 225 p.

NEIFF, J.J. Planícies de inundação são ecótonos? In: HENRY, R. (Org.). **Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos**. São Carlos: Rima, p. 29- 46. 2003.

NUPAUB. **Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas em Áreas Úmidas Brasileiras**. Disponível em <http://nupaub.fflch.usp.br/>. Acesso em 11 fev.2015

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.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Wetlands: Characteristics and Boundaries**. National Academy Press: Washington, DC. 1995. 328 p.

NATIONAL WETLANDS WORKING GROUP. **The Canadian Wetland Classification System**. Edited by B.G. Warner and C.D.A. Rubec. 2 ed. Wetlands Research Centre, University of Waterloo, Waterloo, Ontario. 1997.

NATIONAL WETLANDS WORKING GROUP. **Wetlands of Canada**. Ecological Land Classification Series, No. 24. Environment Canada and Polyscience Publications Inc. Ottawa, Ontario. 1988. 452 p.

O. CIZEL, GHZH. Groupe d'Histoire des Zones Humides. **Protection et gestion des espaces humides et aquatiques**. Guide juridique, Pôle-relais Lagunes, 13 Agence de l'eau RM&C, 2010.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; CARVALHO, L. M. T. (Coords.). Definição e delimitação de domínios e subdomínios das paisagens naturais do Estado de Minas Gerais. In: **Scolforo, J. R. S. & Carvalho, L. M. T.** (Eds.) Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais. Editora UFLA, Lavras, pp. 21-35. 2006.

OLIVEIRA, D. Análise de conteúdo temático-categorial: uma proposta de sistematização. **Rev. enferm. UERJ**, Rio de Janeiro, out/dez; v.16, n.4, p.569-76. 2008.

OLIVEIRA, F.A.R. **Detecção de depressões cársticas a partir de classificação espectral e morfológica de imagens de sensoriamento remoto na região do Alto rio Paracatu (MG)**. 2001. 55p. Monografia (Especialização) - Instituto de Goeciências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

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.

PAIJMANS, K., et al. **Aspects of Australian wetlands**. Ed: CSIRO Division of water and Land Resources Technical Paper n °44, Canberra, Australia, 1985.

PARANÁ (ESTADO). Res.Conjunta IBAMA/SEMA/IAP n° 05, de 28 de março de 2008. Define critérios para avaliação das áreas úmidas e seus entornos protetivos, normatiza sua conservação e estabelece condicionantes para o licenciamento das atividades nelas permissíveis no Estado do Paraná. Diário Oficial da União n° 83, 2 maio 2008.

PAUL, S. **Workbook for managing urban wetlands in Australia**. Sydney Olympic Park Authority. 2013. Disponível em <[http://www.sopa.nsw.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0020/804521/Editors,\\_Contents,\\_Foreword,\\_Preface\\_and\\_Disclaimer.pdf](http://www.sopa.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0020/804521/Editors,_Contents,_Foreword,_Preface_and_Disclaimer.pdf)> Acesso em 10 fev 2015.

PEDREIRA, G.; SOUSA, H.C. **Comunidade arbórea de uma mancha florestal permanentemente alagada e de sua vegetação adjacente em Ouro Preto-MG, Brasil**. *Ciência Florestal*, v. 21, n. 4, p. 663-675, out.-dez., 2011.

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.

PEREIRA, A.F.S. **Florística, fitossociologia e relação solo-vegetação em campo rupestre ferruginoso do Quadrilátero Ferrífero, MG**. 2010, 97f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2010.

PEREIRA, M. C. **Aspectos genéticos e morfológicos das cavidades naturais da Serra da Piedade, Quadrilátero Ferrífero, MG**. 2012. 149f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais. 2012.

PIEIDADE, M.T.F.; JUNK, W.J.; JUNIOR, P.T.S.; CUNHA, C.N.; SCHÖNGART, J.; WITTMANN, F.; CANDOTTI, E.; GIRARD, P. As Áreas Úmidas no âmbito do Código Florestal brasileiro. In: **Código Florestal e a Ciência: o que nossos legisladores ainda precisam saber**. Comitê Brasil. Brasília-DF, 2012. Disponível em <[https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/revista\\_codigo\\_florestal\\_e\\_a\\_ciencia.pdf](https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/revista_codigo_florestal_e_a_ciencia.pdf)>. Acesso em 16 de jun 2014.

PILÓ, L.B. Caracterização regional do carste do Vale do Rio Peruaçu. **O Carste**. Belo Horizonte, 9(2): 22-29. 1997.

PILÓ, L.B. Geomorfologia cárstica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, p.88-102. 2000.

PONNAMPERUMA, F.N. **The Chemistry of Submerged Soils**. Advances In Agronomy, Academic Press, Inc. v. 24, 1972. Disponível em <[http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNAAA956.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAA956.pdf)>. Acesso em 10 de julho 2015.

POTT, V.J.; POTT, A. **Plantas aquáticas do Pantanal**. Brasília: Embrapa, 404 p., 2000.

PRESSEY, R.L.; ADAM, P. A review of wetland inventory and classification in Australia. **Vegetation**, Kluwer Academic Publishers, v.118: p.81-101, 1995.

QUEIROZ, M.L. **Nascentes, Veredas e Áreas Úmidas: Revisão Conceitual e Metodologia de Caracterização e Determinação: Estudo de Caso na Estação Ecológica de Águas Emendadas - Distrito Federal**. 2015. p.148. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/20429/1/2015\\_MarinaLimaQueiroz.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/20429/1/2015_MarinaLimaQueiroz.pdf)> Acesso em: 5 jan.2016

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. **National Wetland Policies: Developing and implementing National Wetland Policies**. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4 ed., vol. 2. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland. 2010. Disponível em <<https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/hbk4-02.pdf>> Acesso em 11 maio 2016.

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.

RAMSAR CONVENTION. Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat. Ramsar (Iran), 2 February 1971. UN Treaty Series No. 14583. As amended by the Paris Protocol, 3 December 1982, and Regina Amendments, 28 May 1987. Disponível em: <[http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current\\_convention\\_text\\_e.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_e.pdf)> Acesso em 12 jan. 2015.

RAMSAR. The Ramsar Sites Criteria: The nine criteria for identifying Wetlands of International Importance Disponível em [http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/ramsarsites\\_criteria\\_eng.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/ramsarsites_criteria_eng.pdf) Acesso em 11 fev. 2015.

REDDY, K. R; DELAUNE, R.D. **Biogeochemistry of Wetlands: Science and Applications**. CRP PRESS. 2008. 800p.

RESENDE, I.L.M.; ARAÚJO, G.M.; OLIVEIRA, A.P.A.; OLIVEIRA, A.P.; JÚNIOR, R.S.A. A comunidade vegetal e as características abióticas de um campo de murundu em Uberlândia, MG. **Acta bot. bras.** v.18, n.1, p.9-17. 2004.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília, Embrapa Cerrados. p.87-166. 1998.

RIBEIRO, S.T.M. **Plantas Vasculares Associadas a Áreas Úmidas na Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais**. 2005. 93 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2005.

RIBEIRO, E.A. A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. **Evidência: olhares e pesquisa em saberes educacionais**, Araxá/MG, n. 04, p.129-148. 2008.

SAMPAIO, J. L. D. **Inventário digital da APA (Área de Proteção Ambiental) Carste Lagoa Santa e algumas implicações**. 2010. 195 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2010.

SANBI. **Further Development of a Proposed National Wetland Classification System for South Africa**. Primary Project Report. Prepared by the Freshwater Consulting Group (FCG) for the South African National Biodiversity Institute, Pretoria. 2009.

SCREMIN-DIAS, E.; POTT, VJ; HORA, RC; SOUZA, PR. **Nos jardins submersos da Bodoquena - Guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região**. Campo Grande: Editora UFMS. 160 p. 1999.

SEMENIUK C A. **Wetlands of the Darling System – a geomorphic approach to habitat classification**. Journal of the Royal Society of Western Australia, 69(3):95–112. 1987.

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.

SBPC, Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. **O Código Florestal e a Ciência: Contribuições para o Diálogo**. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Academia Brasileira de Ciências, 2.ed.; rev. – São Paulo: SBPC, 2012.

SCHNEIDER, M. O.; SILVA, D. B. Estrutura Pedológica e Dinâmica Hídrica do “Covoal” do Córrego da Fortaleza. Uberlândia. **Revista Sociedade & Natureza**, Ano 3 – n. 56, p. 75-89. 1991.

SCOLFORO J.R; CARVALHO L.M.T. **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**.– Lavras: UFLA, 2006. 288 p. Disponível em: <http://www.inventarioflorestal.mg.gov.br/>. Acesso em 12 jul. 2016.

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.

SEMLITSCH, R. D.; BODIE, J. R. Are small, isolated wetland expendable? **Conservation Biology**, v.12, p.1129-1133, 1998.

SEMLITSCH, R.. D. Does size matter: the value of small isolated wetlands. 2000. **National Wetlands Newsletter**. Disponível em: <https://whsapshootman2014.files.wordpress.com/2013/06/thevalueofwetlands.pdf>. Acesso em 2 mai 2016.

SHAW, S. P; FREDINE, C.G. **Wetlands of the United States: Their Extent, and Their Values for Waterfowl and Other Wildlife**. Editora: U.S. Dept. of the Interior, Fish and Wildlife Service. Circular 39. Washington, DC. 1956.

SILVA, J.R.; SALGADO, A.AR. Mapeamento das unidades de relevo da região da Serra do Gandarela - Quadrilátero Ferrífero-/MG. **Geografias**, v.5 n.2. p.107-125, 2009.

SILVA, C.F. **Relação entre carbono orgânico dissolvido (COD) e elementos metálicos em águas naturais da porção leste do Quadrilátero Ferrífero – MG**. 2013. 98f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

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.

SOUSA, R. O.; VALH, L.C.; OTERO, X. L. Química de solos inundados. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (Ed.). **Química e mineralogia do solo- Parte II Aplicações**. Viçosa: SBCS, 2009. Cap. 20, p. 485- 528.

SOUTH AFRICAN. Act n. 36 of 1998. Provide for fundamental reform of the law relating to water resources; to repeal certain laws; and to provide for matters connected therewith. Statutes of the Republic of South Africa - Water, Issue No. 28, p. 1201-1399.

TARNOCAI, C et al. The Canadian Wetland Classification System. In: *Wetlands of Canada*, National Wetlands Working Group and Canada Committee on Ecological Land Classification Series 24, Ottawa: Canadian Government Publications and Polyscience Publications, 1988.

TINER, R.W. **Wetland Indicators: A Guide to Wetland Identification, Delineation, Classification, and Mapping**. Boca Raton: CRC Press LLC. 1999. 418 p.

TRINDADE, CRT.; PEREIRA, S.A.; ALBERTONI, E.F; SILVA., C.P. Caracterização e importância das macrófitas aquáticas com ênfase nos ambientes límnicos do Campus Carreiros - FURG, Rio Grande, RS. **Cadernos de Ecologia Aquática**, v.5, n.2, p.1-22, ago – dez 2010. Disponível em: [http://www.cadernos.ecologia.furg.br/images/artigos/37\\_cleber%20macrofitas.pdf](http://www.cadernos.ecologia.furg.br/images/artigos/37_cleber%20macrofitas.pdf)

VEPRASKAS, M.J.. **Hydrologic Criterion For Hydric Soils**. NC State University. 2001.

WESTLAKE,D.F., KVET, J. e SZCZEPANSKI, A. **The Production Ecology of Wetlands: The IBP Synthesis**. Volume. Cambidge University Press, London. 568 p. 1988.

ZOLTAI, S. C. Wetland environments and classification. In: *Wetlands of Canada*, National Wetlands Working Group and Canada Committee on Ecological Land Classification Series 24, Ottawa: Canadian Government Publications and Polyscience Publications, 1988.

## APÊNDICES

## APÊNDICE 1– Roteiro de Entrevista



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

---

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS/DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
PESQUISA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**CECÍLIA SIMAN GOMES**

*Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFMG*

**ANTÔNIO PEREIRA MAGALHÃES JUNIOR**

*Professor e pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFMG e coordenador do Grupo de Pesquisa Geomorfologia e Recursos Hídricos*

### **1) FORMAÇÃO DAS AUs**

- a) Para você, quais são os fatores determinantes para dar origem a uma AU?
- b) Para você, quais são os elementos indicadores da existência de uma AU?
- c) Há um tempo mínimo de permanência da água necessário para formar uma AU? E há período mínimo de permanência e recorrência de água ou de umidade necessário para manter uma AU ativa?
- d) As AUs são sempre ambientes de interface entre sistemas aquáticos e terrestres?

### **2) IDENTIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS AUS**

- a) Qual(is) aspecto(s) deve(m) ser levantado(s) para identificar as AUs em campo?
- b) Qual(is) aspecto(s) das AUs você considera importante(s) caracterizar para fins de gestão e/ou proteção?
- c) Uma visita de campo seria suficiente para identificar e/ou caracterizar as AUs?
- d) Como você as delimitaria em campo?
- e) E caso haja corpos d'água? Estes corpos seriam AUs? Se sim, haveria um limite de altura da lamina d'água e de velocidade?
- f) A questão da escala é importante na identificação e definição de AUs? Uma AU pode incluir corpos d'água e/ou terra secas? E um lago ou um rio, isoladamente, pode ser uma AU?

### **3) PRESENÇA DA ÁGUA**

- a) As AUs que são alimentadas pelas águas subsuperficiais precisam necessariamente apresentar exfiltração de água na superfície ou ter a saturação do solo até a superfície?
- b) Considerando uma AU alimentada somente pelas águas subsuperficiais, haveria uma profundidade mínima necessária de substrato saturado ou úmido? E o quão úmido o substrato precisa ser para ser uma AU?
- c) As AUs precisam ter sempre algum tipo de conectividade direta com corpos d'água e/ou nível freático?
- d) A presença de água, em superfície ou subsuperfície, tem que necessariamente formar solos hidromórficos e/ou uma vegetação adaptada a ambientes úmidos e/ou aquáticos? Há AUs sem vegetação?

**4) CLASSIFICAÇÃO DE AUs**

Para você, um Sistema de Classificação de AUs deve partir de quais dimensões/parâmetros? Explique.

**5) DEFINIÇÃO DAS AUs**

Qual(is) critério(s) você considera essencial(is) para definir uma área como uma AU?

**6) FOTOS**

Observando as fotos e as legendas abaixo, indique e explique quais você considera e não considera como AUs.



**Planície de inundação;**  
**Periodicamente inundada;**  
**Solos bem drenados;**  
**Pastagem.**

**Zona deprimida;**  
**Presença de curso d'água e níveis freáticos**  
**suspensos;**  
**Solos hidromórficos;**  
**Campo limpo.**



**Zona de cabeceira de drenagem;**  
**Temporariamente brejosa;**  
**Presença de plantas adaptadas a maior umidade;**  
**Solo temporariamente saturado.**

**Zona de cabeceira de drenagem;**  
**Temporariamente saturada restrita a eventos**  
**chuvosos (efêmera);**  
**Solo argiloso.**



**Canal de pequena ordem com entorno brejoso;  
Temporariamente saturada;  
Solo acinzentado;  
Presença de plantas adaptadas a ambientes úmidos.**



**Nascente difusa em relevo declivoso;  
Permanentemente saturada;  
Solo com teor de matéria orgânica elevado;  
Presença de serapilheira. Vegetação generalista.**



**Fundo de vale;  
Permanentemente brejoso;  
Solo mal drenado e saturado e, por vezes, alagado;  
Vegetação adaptada ao excesso de umidade.**



**Barramento artificial;  
Permanentemente alagado e entorno brejoso;  
Solo com feições de oxirredução no entorno do barramento;  
Vegetação adaptada, inclusive dentro do corpo d'água.**



9

**Vereda;**  
**Permanente e úmida;**  
**Presença de solos hidromórficos e de áreas alagadas;**  
**Vegetação herbácea e arbustiva adaptada a condições de maior umidade.**



10

**Campo de Murundus (covoais);**  
**Temporariamente saturado;**  
**Solos bem drenados nos morrotes e solos mal drenados nas microdepressões;**  
**Vegetação correspondendo à variação da umidade.**



11

**Planície alagada;**  
**Área permanentemente alagada;**  
**Presença de plantas adaptadas à ambientes saturados e aquáticos.**



12

**Lagoas marginais e meandros abandonados em planície de inundação;**  
**Sistemas permanentemente e temporariamente alagados;**  
**Vegetação adaptada a ambientes úmidos e aquáticos.**



**Área de dolinamento;**  
**Temporariamente saturada e alagada pelas águas pluviais;**  
**Sem conexão com o lençol freático profundo;**  
**Solo mal drenado.**



**Cavidade subterrânea;**  
**Permanente e alagada;**  
**Afloramento do nível freático;**  
**Ausência de solo e vegetação.**

## APÊNDICE 2 – Principais tipos de coberturas vegetais nas AUs em MG

Os **campos úmidos** são formações essencialmente herbáceo-subarbusivas do cerrado, onde há saturação hídrica do solo, geralmente com presença de nascentes difusas. Estabelecem-se, portanto, em terrenos úmidos ou encharcados, com afloramento do nível freático, ou em depressões fechadas, que acumulam água durante a estação chuvosa. As inundações ou encharcamento periódicos dificultam o estabelecimento de espécies arbustivo-arbóreas, enquanto que espécies herbáceas são adaptadas ao maior grau de encharcamento e predominam neste tipo de vegetação (FRANÇA, 2011). O relevo é geralmente suave e os solos são do tipo Hidromórfico, Aluvial e Plintossolo e Solo Orgânico. Os campos úmidos podem estar associados a corpos d'água e sua fisionomia pode variar de **campo limpo à sujo** (RIBEIRO e WALTER, 1998) e **rupestre**. Podem ocorrer, assim, em áreas de campos rupestres, de várzeas, no entorno de brejos, lagoas e veredas (OLIVEIRA FILHO et al., 2006). O Campo Limpo é uma fitofisionomia predominantemente herbácea, com alguns subarbusivos. É encontrado em diversas posições topográficas, com diferentes graus de umidade. Geralmente ocorre com mais frequência nas encostas, nas chapadas, nas nascentes, no entorno das veredas e nas bordas das matas de galeria. Em planícies periodicamente inundadas também é denominado de “campo de várzea”, “várzea” ou “brejo”. Em função da umidade do solo e da topografia, o Campo Limpo pode variar entre seco (quando o nível freático for profundo), úmido (quando o nível freático está na superfície ou próximo a ela) e com murundus (quando na área ocorrem microrelevos mais elevados), estes dois últimos os solos também são mal drenados, temporária ou permanentemente encharcados devido ao afloramento do nível freático associado à deficiência de drenagem (RIBEIRO e WALTER, 1998; EITEN, 2001; FERREIRA, s.d). Já o Campo Sujo é uma fitofisionomia herbáceo-arbustivo, com presença de indivíduos arbóreos de pequeno porte de forma esparsa. Assim como o Campo Limpo, o Campo Sujo também varia em função da umidade do solo e da topografia, podendo ser seco, úmido e com ou sem murundus, estes dois últimos os solos também são mal drenados. (RIBEIRO e WALTER, 1998; FERREIRA, s.d). O Campo Rupestre é uma fitofisionomia predominantemente herbáceo-arbustivo, com a presença eventual de indivíduos arbóreos pouco desenvolvidos de até dois metros de altura. Abrange um complexo de vegetação com espécies típicas, ocupando trechos de afloramentos rochosos. Geralmente ocorre em altitudes superiores a 900 metros (RIBEIRO e WALTER, 1998). Em Minas Gerais, o Campo Rupestre ocorre principalmente nas partes mais elevadas da Cadeia do Espinhaço e está associado a afloramentos de quartzitos e/ou crostas ferruginosas. Os campos rupestres nesta região podem ocorrer sob a forma de “Campos Rupestres Ferruginosos Brejosos”, que são ambientes temporariamente brejosos, com uma variação hidrológica sazonal elevada. A vegetação é fortemente adaptada a este regime hidrológico e os solos apresentam características hidromórficas. Ocorrem em nível rebaixado em relação ao entorno e tornam-se lagoas com vegetação aquática no período chuvoso. Durante alguns meses do período seco podem apresentar-se completamente secos (PEREIRA, 2010).

As **Florestas inundáveis** são formações florestais comumente encontradas em cabeceiras, depressões, nascentes e margens de cursos d'água, onde o lençol freático está próximo ou sobre a superfície durante todo o ano ou na maior parte dos trechos ao longo de corpos d'água, mesmo na estação seca, promovendo grande saturação hídrica do solo. Os solos são geralmente Hidromórficos ou Aluviais (RIBEIRO e WALTER, 1998). A terminologia usada para as florestas inundáveis é variável e inclui: matas de galeria, mata inundável, mata de várzea, mata de brejo e floresta paludosa. Geralmente, o termo floresta paludosa se refere as florestas permanentemente encharcadas ou inundadas, que apresentam baixa diversidade de espécies lenhosas em função da inundação permanente, como nas cabeceiras de drenagem com nascentes difusas em áreas de Mata Atlântica (SCOLFORO e CARVALHO, 2006), nos remanescentes localizados acima dos 1000 metros, como no Parque Estadual do Itacolomi, nos municípios de Ouro Preto e Mariana (PEDREIRA e SOUSA, 2011).

**Palmeiral** é um tipo de formação do Cerrado onde uma determinada espécie de palmeira arbórea é dominante na paisagem. Pode ser denominado pelo nome da espécie dominante, como Buritizal. O Palmeiral forma dossel, ainda que descontínuo, e alguns trechos podem ser considerados como formações florestais (RIBEIRO e WALTER, 1998).

De forma geral, os palmeirais encontram-se em terrenos bem drenados, mas podem ocorrer em solos mal drenados, em áreas brejosas, quando formam galerias ao longo de cursos d'água (EITEN, 1994), em fundos de vales. Nesses casos, são geralmente dominados pela presença de buritis, sendo referenciados diversas vezes como veredas. Contudo, são formações distintas, pois nas veredas o buriti ocorre em menor densidade, não forma dossel e é circundado por um estrato arbustivo-herbáceo característico. Além disso, o Buritizal se diferencia da Mata de Galeria Inundável mesmo quando forma galerias, em função da dominância marcante do buriti (RIBEIRO e WALTER, 1998).

### APÊNDICE 3 – Principais tipos de solos nas AUs em Minas Gerais

Solo	Principais características e ambientes de formação
Gleissolos	Solos minerais, hidromórficos, originados de sedimentos recentes não consolidados. Apresentam horizonte glei dentro de 50 cm a partir superfície, ou entre 50 e 125 cm, desde que imediatamente abaixo de horizontes A ou E (com ou sem gleização) ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos. Compreende solos mal a muito mal drenados e que possuam características resultantes da influência do excesso de umidade permanente ou temporário. Apresentam um horizonte subsuperficial de coloração acinzentada, com mosqueados amarelados ou avermelhados, oriundos da oxidação do ferro na matriz do solo em consequência de fenômenos de oxirredução. Frequentemente, desenvolvem-se em sedimentos recentes próximos aos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia, podendo formar-se também em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos, como também em materiais residuais em áreas abaciadas e depressões. São eventualmente formados em áreas inclinadas sob a influência do afloramento de água subterrânea (surgentes). São solos que ocorrem sob vegetação hidrófila ou higrófila herbácea, arbustiva ou arbórea,
Organossolo	Os Organossolos são solos pouco evoluídos, constituídos por material orgânico de coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada, resultantes de acumulação de restos vegetais, em graus variáveis de decomposição, em condições de drenagem restrita (ambientes mal a muito mal drenados), ou em ambientes úmidos de altitudes elevadas, saturados com água por apenas poucos dias durante o período chuvoso. Em ambientes sujeitos a forte hidromorfismo, pelo fato de o lençol freático permanecer elevado durante grande parte do ano, as condições anaeróbicas restringem os processos de mineralização da matéria orgânica e limitam o desenvolvimento pedogenético, conduzindo à acumulação expressiva de restos vegetais. São formados em áreas planícies fluviais depressões sujeitos a inundações constantes e com má drenagem e locais de surgência em cabeceiras de drenagem, sob vegetação hidrófila ou higrófila, do tipo campestre ou florestal, ou a ambientes úmidos durante todo o ano e em altitudes elevadas, saturados com água por menos de 30 dias consecutivos durante o período chuvoso. Geralmente são denominados como sinônimos de turfeiras.
Plintossolo	Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário. São formados sob condições de restrição à percolação da água ou sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade. São imperfeitamente ou mal drenados. Os solos com horizonte plíntico têm ocorrência geralmente relacionada a terrenos de várzeas e áreas com relevo plano ou suavemente ondulado. Ocorrem também nas partes inferiores de encostas ou áreas de surgência, sob condicionamento quer de oscilação do nível freático, quer de alagamento ou encharcamento periódico por efeito de restrição à percolação ou escoamento de água.
Planossolo	Solos com presença de horizonte B plânico, subjacente a qualquer tipo de horizonte A, podendo ou não apresentar horizonte E. Ocorrem preferencialmente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem vigência periódica anual de excesso de água, mesmo que de curta duração. Nas baixadas, várzeas e depressões, sob condições de clima úmido ou semiúmido, são verdadeiramente solos hidromórficos.
Vertissolo	Solos minerais não hidromórficos com séria restrição temporária à percolação de água, variando de imperfeitamente a mal drenados. A baixa infiltração de água e a drenagem lenta favorecem o seu encharcamento. Distribuem-se em áreas planas a pouco movimentadas e, menos frequentemente, em encostas e topos de serras ou serrotes.
Neossolo Quartzarênico e Flúvico	Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos apresentam elevado grau de hidromorfismo, com o nível freático elevado durante grande parte do ano, na maioria dos anos e são imperfeitamente ou mal drenados. De modo geral, ocorrem nos terrenos rebaixados relacionados aos Tabuleiros Costeiros e na Baixada Litorânea, interrompendo-se em alguns locais devido às desembocaduras dos rios. Os Neossolos Flúvicos são formados pela deposição de sedimentos ao longo de margens de cursos d'água. Frequentemente ocorrem associados aos solos hidromórficos, mas não são considerados hidromórficos por terem melhor drenagem ao longo do perfil, geralmente arenoso, e por apresentarem horizonte A sobre uma sucessão de camadas de sedimentos que não têm relação pedogenética entre si.
Espodossolo	Solos com presença de horizonte diagnóstico B espódico em sequência a horizonte E ou horizonte A, cuja drenagem é muito variável, havendo estreita relação entre profundidade, grau de desenvolvimento, endurecimento/cimentação do horizonte B espódico. Ocorrem em locais com umidade elevada, como planícies de inundação, áreas de surgência e deprimidas, sob os mais diversos tipos de vegetação.

Fonte: Adaptado EMBRAPA (2006).

