

PROCESSOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS EM ÁREAS DE EXPANSÃO URBANA: UM ESTUDO ACERCA DE LOTEAMENTOS IMPLANTADOS A PARTIR DE 2004 NA CIDADE DE CHAPECÓ/SC

Cássia Regina Segnor

Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS
Chapecó, SC, Brasil
cassiasegnor@gmail.com

Andrey Luis Binda

Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS
Chapecó, SC, Brasil
abinda@uffs.edu.br

RESUMO

A especialização das áreas do conhecimento e os estudos voltados para o urbano tem recebido atenção nas últimas décadas, principalmente, pela relevância das áreas urbanas como local de moradia da maior parte da população mundial. A influência da urbanização no ciclo hidrológico e as interações com o relevo demonstram a necessidade de se conhecer como a ocupação urbana afeta os processos hidrogeomorfológicos. Segundo a literatura clássica, o desenvolvimento urbano pode ser dividido em três estágios distintos, cada qual, com respostas hidrogeomorfológicas igualmente distintas. Para verificar essa questão em Chapecó, no oeste catarinense, selecionou-se 12 loteamentos, observados em quatro temporalidades (2006, 2012, 2018 e 2021), com o objetivo de identificar os processos hidrogeomorfológicos atuantes nos diferentes estágios de ocupação apresentados por Wolman (1967). A partir da análise de imagens de satélite e de visitas em campo, constatou-se que os três estágios descritos na literatura nem sempre acontecem em sequência, pois o tecido urbano é construído a partir da anexação de novas áreas que se conectam a outras com diferentes graus de desenvolvimento. Outro aspecto relevante é que um mesmo local pode manifestar diferentes contextos simultaneamente, já que a consolidação do loteamento, ainda que rápida, em alguns casos, não é homogênea.

Palavras-chave: Urbanização. Erosão. Impermeabilização. escoamento superficial.

HIDROGEOMORPHOLOGICAL PROCESSES IN URBAN EXPANSION AREAS: A STUDY ABOUT SUBDIVISION IMPLEMENTED SINCE 2004 IN CHAPECÓ CITY, SANTA CATARINA STATE, BRAZIL

ABSTRACT

The specialization of knowledge areas and studies focused on the urban have received attention in recent decades, mainly due to the relevance of the urban areas as a place of residence for most of the world's population. The influence of urbanization on the water cycle and the interactions with the relief demonstrate the need to know how urban occupation affects the hydrogeomorphological processes. According to classical literature, urban development can be divided into three distinct stages, each with equally distinct hydrogeomorphological responses. To verify this issue in the city of Chapecó, in the west of the state of Santa Catarina, 12 subdivisions were selected, which were observed in four moments (2006, 2012, 2018 and 2021), with the objective of identifying the hydrogeomorphological processes active in the different stages of occupation presented by Wolman (1967). From the analysis of satellite images and fieldwork, it was found that the three stages described in the literature do not always happen in sequence, as the urban space is built from the annexation of new areas that connect to others with different degrees of development. Another relevant aspect is that different contexts of the same location can manifest to different degrees at the same time, since the consolidation of the subdivision, although rapid in some cases, is not homogeneous.

Keywords: Urbanization. Erosion. Impervious areas. Runoff.

INTRODUÇÃO

A história urbana pode ser entendida quando se compreende as formas de apropriação das águas, visto que nas primeiras civilizações, as próprias cidades se originam às margens de um corpo hídrico. Dessa forma, a relação entre as cidades e as águas reflete, na sua essência, as interações entre as sociedades humanas e a natureza, produzidas ao longo da história (MELLO, 2008). Casseti (1991), acrescenta, ainda, o relevo como palco dessas interações, o que é realmente justificável, uma vez que os cursos d'água e suas bacias hidrográficas correspondem a um sistema de integração entre os processos hidrológicos e geomorfológicos (RODRIGUES e ADAMI, 2005).

Na atualidade, as interações entre as sociedades humanas e a natureza que se processam no meio urbano têm sido levadas a outro patamar, uma vez que hoje, mais da metade da população mundial vive nas cidades (UN/DESA, 2019). Isso tem promovido a especialização de determinadas áreas do conhecimento com ênfase no urbano. Assim, os estudos que abordam as águas (e suas rotas), bem como o relevo (seus condicionantes e adaptabilidade), passaram a ser tratados como novos ramos, recebendo a adjetivação, no caso, respectivamente, de "hidrologia urbana" (LIMA e LIMA, 2010) e "geomorfologia urbana" (JORGE, 2011). No entanto, há uma relação intrínseca entre os processos hidrológicos e geomorfológicos de tal forma, que uma nova área do conhecimento surge: a hidrogeomorfologia (GOERL; KOBAYAMA; SANTOS, 2012). Compreender os processos hidrogeomorfológicos nas áreas urbanas, ganha relevância, sobretudo, baseado na concepção de que existem diferentes respostas nesses processos, dependendo do estágio de evolução urbana (WOLMAN, 1967).

Wolman (1967), em seu célebre manuscrito, relata a existência de três diferentes estágios no processo de desenvolvimento urbano sobre uma bacia hidrográfica. O primeiro (ou estágio 1), corresponde ao pré-desenvolvimento urbano, definido como aquele em que não ocorrem perturbações hidrológicas devido à urbanização, uma vez que, segundo o autor, a bacia hidrográfica se encontra em estado "estável", ocupada por cobertura vegetal ou com uso agrícola. Todavia, considera-se um exagero tratar esse momento como estável, pois mesmo o uso agrícola implica mudanças hidrossedimentológicas (BOTELHO e SILVA, 2004; SARI; POLETO e CASTRO, 2013). Em um segundo momento (estágio 2), a abertura do sistema viário, a necessidade de readequação topográfica (cortes e/ou aterros), a construção de moradias e a instalação de obras de drenagem expõem o solo ao escoamento superficial e a erosão hídrica, modificando as taxas de infiltração e escoamento sub-superficial. Como resultado, o aporte de sedimentos à rede de drenagem promove o assoreamento dos corpos hídricos. No último e terceiro estágio, a malha urbana é caracterizada por uma nova topografia, com ampla impermeabilização (asfalto e construções), que ao recobrir a superfície diminuem, de um lado, a produção de sedimentos, mas ampliam, de outro, o escoamento superficial, favorecendo a erosão nos rios urbanos e a ocorrência dos picos de cheia e inundações (WOLMAN, 1967).

Em síntese, o clássico trabalho de Wolman (1967), expressa que a resposta hidrogeomorfológica em setores urbanos consolidados é diferente daquelas áreas de expansão recente. É por esse motivo que se concebe, nesta pesquisa, os loteamentos como protagonistas do processo de expansão urbana, uma vez que são implantados, normalmente, nas bordas das cidades. Para Casseti (1991, p.33) "...a ocupação de determinada vertente ou parcela do relevo (...) responde por transformações (...) envolvendo desmatamento, cortes e demais atividades que provocam alterações...".

Essas alterações ocorrem em sua maioria pela exposição do solo, a partir da retirada da cobertura vegetal e pelas movimentações de terra através dos serviços de terraplanagem. Esses processos alteram o ciclo hidrológico local e imprimem mudanças nas rotas hídricas que, uma vez intensificadas, podem contribuir para a ação erosivo-deposicional nas encostas e fundos de vale. A erosão dos solos, o assoreamento dos cursos d'água, as inundações e os alagamentos, por exemplo, são apenas alguns dos problemas ambientais urbanos (TUCCI e COLLISCHONN, 2000; TUCCI, 2003; BOTELHO e SILVA, 2004).

No caso de Chapecó, município do oeste do estado de Santa Catarina e foco desta pesquisa, a expansão urbana por meio da implantação de loteamentos tem se constituído uma constante, principalmente, a partir da década de 1970. Impulsionado pela consolidação do setor agroindustrial, o aumento populacional "reorganizou" o espaço urbano a partir de suas demandas (NASCIMENTO, 2015; FACCO e ENGLER, 2017). Na década de 1980 a população urbana tornou-se pela primeira vez majoritária, atingindo o grau de urbanização de 66% (IBGE, 1980). O impacto desse crescimento é mencionado por Goularti (2015), que afirma que enquanto o crescimento demográfico de Santa Catarina entre 1970 e 2010 foi de 112%, em Chapecó este alcançou 268%. Na primeira década do século XXI, mais de 90% da população de pouco mais de 183 mil habitantes residia na área urbana

(IBGE, 2010) enquanto as estimativas de população para o ano de 2021 denotam um total de mais de 220 mil habitantes para Chapecó (IBGE, 2021).

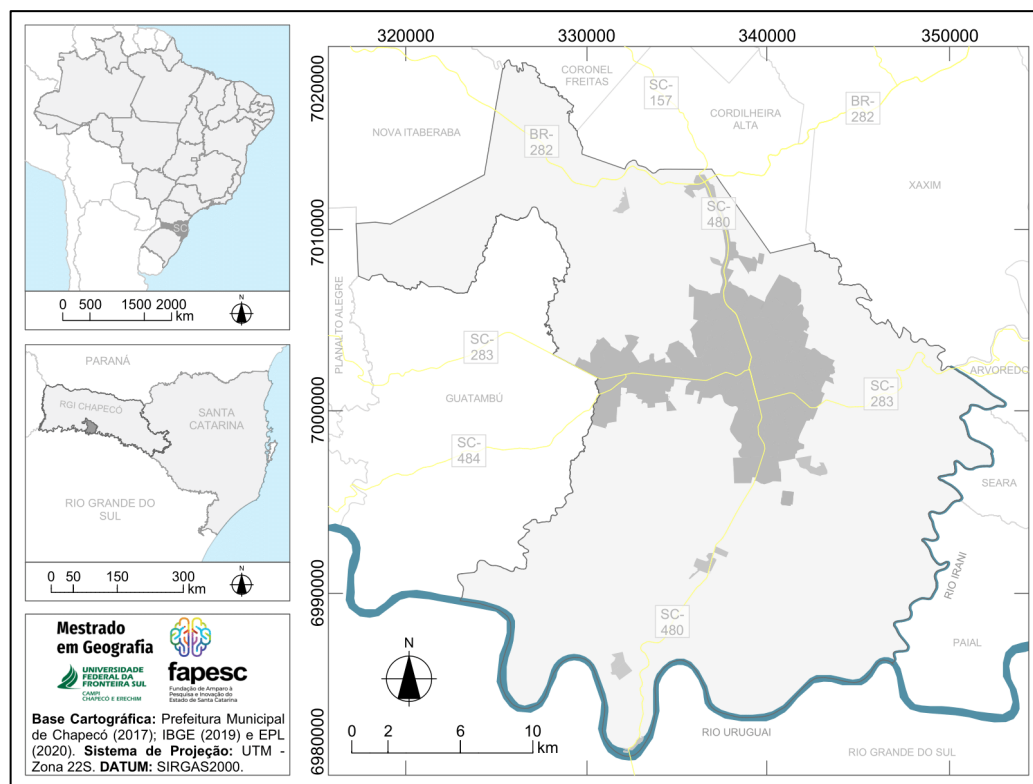
Inclusive, diversos trabalhos têm apontado para uma relação conflituosa entre a urbanização em Chapecó e os aspectos ambientais (FACCO; FUJITA; BERTO, 2014), situação que tem promovido a ocorrência de conflitos, sobretudo, nas áreas de mananciais (FACCO, 2011). Binda e Fritzen (2013) apresentam historicamente, como as medidas estruturais intensivas (notadamente, a canalização) foram instaladas na tentativa de conter as constantes inundações decorrentes do processo de urbanização (BINDA; BUFFON; FRITZEN, 2012). De fato, o aumento na frequência das inundações urbanas em Chapecó é multifatorial, incluindo, tanto a impermeabilização do solo, mas também, de obras de drenagem subdimensionadas, obliteradas por acúmulo de sedimentos/resíduos, ou ainda, pelo atributo climático (BINDA, 2015; 2021). Adicionalmente, a expansão da malha urbana ocupou de maneira diferencial as bacias hidrográficas que drenam a cidade, indicando um aumento na pressão urbana sobre a bacia hidrográfica do lajeado Passo dos Índios (BINDA, 2015).

Frente ao exposto, o presente trabalho busca com base na seleção de três grupos de loteamentos instalados em Chapecó/SC a partir de 2004, identificar os processos hidrogeomorfológicos atuantes nos diferentes estágios de ocupação apresentados no trabalho de Wolman (1967). Reconhecer esses processos se torna pertinente para ações de planejamento urbano que considerem preceitos da hidrogeomorfologia na expansão das cidades e minimizem os problemas ambientais, num movimento que supera as visões tradicionais e se aproxima da ideia recente de cidades em sintonia com a natureza (CHRISTOFIDIS; ASSUMPÇÃO; KLIGERMAN, 2019).

LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GERAIS DE CHAPECÓ/SC

Chapecó, localizada no oeste Catarinense, é uma importante cidade média brasileira (Figura1), sendo simultaneamente, a sede de sua Região Geográfica Intermediária (109 municípios) e de sua Região Geográfica Imediata (32 municípios) (IBGE, 2017). O protagonismo de Chapecó na região é originário da estrutura urbana de Santa Catarina, que diferentemente dos demais estados brasileiros, cuja polarização está na sua capital, se constituiu a partir das chamadas “capitais regionais” que vão influenciar suas respectivas regiões com base na sua centralidade (ALVES, 2008).

Figura 1 - Localização do município e da área urbana de Chapecó/SC.



Fonte - Prefeitura Municipal de Chapecó, 2017; IBGE, 2019 e EPL, 2020. Organização: os autores, 2021.

Para a ocupação urbana, destaca-se o papel dos elementos naturais como a litologia, o clima, o relevo, os solos, a hidrografia e a vegetação, que exercem influência uns sobre os outros condicionando as especificidades do local, que podem favorecer ou restringir a ocupação humana. Considerando esses aspectos, o arcabouço geológico do município de Chapecó remete à Era Mesozoica, com rochas Grupo Serra Geral (Supergrupo São Bento), mais especificamente da Formação Chapecó, composta por rochas ácidas (riodacitos a riolitos) e pela Formação Paranapanema, composta predominantemente por basaltos (NARDY; MACHADO; OLIVEIRA, 2008; CPRM, 2014).

Todo o município é drenado em direção ao rio Uruguai, que faz parte do Sistema Integrado da Vertente do Interior, cujos cursos d'água escoam em direções E-W, SW-NE e N-S. O relevo do Planalto da bacia do rio Uruguai, que também se desenvolve para oeste, apresenta a forma de patamares irregulares (ora de grandes extensões e ora de tamanho reduzido) cuja origem remete a extrusão ígnea e ao intemperismo (PELUSO JÚNIOR, 1986). A densa rede hidrográfica é sustentada pelo clima Subtropical Úmido (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007) ou Cfa (PANDOLFO et al., 2002), marcado por altos índices pluviométricos e variabilidade na distribuição anual (NIMER, 1989). Quanto às temperaturas, há um padrão sazonal, com verões quentes e temperaturas baixas no inverno (WREGGE et al., 2012).

A cobertura pedológica é caracterizada, principalmente, por três classes de solos: Nitossolos, Cambissolos e Latossolos, cuja textura é definida como argilosa e muito argilosa, sendo os dois primeiros mais suscetíveis a erosão, diferentemente dos Latossolos que são mais resistentes e exigem práticas simples de conservação (EMBRAPA, 2004). As matas nativas predominantes em Chapecó até o final do século XIX e início do século XX correspondiam as Florestas Ombrófila Mista (Mata de Araucária) e Estacional Decidual (Estacional Caducifólia), ambas incluídas no Bioma Mata Atlântica. Amplamente devastadas pela atividade madeireira, pecuária e agricultura, além da ocupação urbana, os remanescentes de Floresta Estacional Decidual estendem-se ao longo do vale do rio Uruguai, enquanto o que resta da Floresta Ombrófila Mista ocupa as porções mais altas (>500 m), incluindo a área da atual sede urbana (KLEIN, 1978; NODARI, 2010).

METODOLOGIA

A escolha da temporalidade de estudo (2004-2019) foi definida baseada nos dados fornecidos pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano de Chapecó – SEDUR. Desconsiderou-se o ano de 2019 devido ao fato de apresentar dados parciais dos cinco primeiros meses, restando, portanto, 15 anos que foram divididos para fins de análise em três quinquênios. Os três agrupamentos de loteamentos definidos foram criados por meio da junção de diferentes loteamentos inseridos num mesmo contexto geográfico e por questões particulares, como descrito a seguir.

Neste caso, um total de doze loteamentos foram selecionados e agrupados como segue: 1) Alice I, Alice II e Mirante do Sul: caracterizado por um caso de rápida ocupação urbana; 2) Reserva dos Pinhais I, Reserva dos Pinhais II, Reserva dos Pinhais III, Reserva dos Pinhais IV, Coqueiros e Real Park: exposição generalizada do solo; e 3) Walville I, Walville II e Walville 3: por perfazer uma sequência de loteamentos em diferentes fases de ocupação. O ano de instalação de cada um dos loteamentos, bem como, o perímetro dos mesmos foi obtido, respectivamente, por meio de contato com a SEDUR e a partir dos croquis das quadras disponibilizados no sítio da Prefeitura Municipal de Chapecó.

Para cada um desses três grupos foram utilizadas imagens de satélite de alta resolução disponíveis no *software Google Earth Pro* (© 2021 Google LLC) de três temporalidades distintas (2006, 2012 e 2018). A escolha desses anos considera a disponibilidade de imagens de satélite no *software* supracitado além da distribuição nos três quinquênios. A partir dessas imagens foram identificadas feições e processos erosivos/deposicionais, exposições de solo, áreas construídas, sistema viário e rede hidrográfica por meio da interpretação visual.

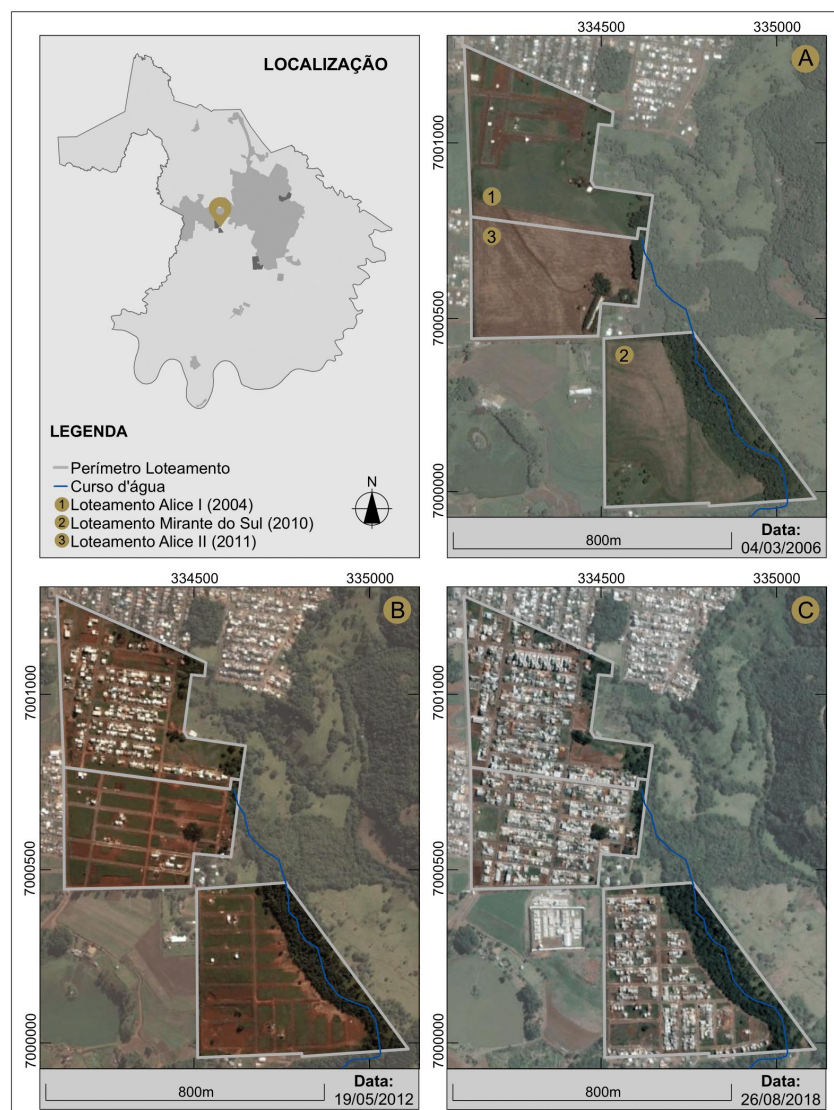
Para a identificação da ocorrência e/ou permanência desses processos erosivos para além da temporalidade de pesquisa, realizou-se trabalho de campo em maio de 2021 com a intenção de se avaliar *in loco* a condição atual dos loteamentos. Todas as representações cartográficas presentes neste trabalho foram elaboradas mediante o uso dos *softwares QGIS3.4.0* © 2018 General Public Licence (*software livre*) e *ARCHICAD 21* © 2017 Graphisoft (*versão educacional*). O *software QGIS* foi utilizado inicialmente para conversão dos arquivos em formato .shp para .dxf compatível com o *ARCHICAD 21*, bem como da unificação do sistema de projeção utilizado (UTM – Zona 22S; DATUM SIRGAS2000). A partir disso, toda a integração de dados e elaboração do layout foram feitas no *ARCHICAD 21*.

GRUPO 1: LOTEAMENTOS ALICE (I E II) E MIRANTE DO SUL

Os loteamentos do primeiro grupo (Alice I, Alice II e Mirante do Sul), estão localizados no bairro Efapi, setor noroeste de Chapecó. Em relação ao relevo, o loteamento Alice I está inserido na encosta, enquanto os outros dois se encontram em área de topo (próximos aos divisores d'água). O bairro Efapi é caracterizado, por uma ocupação rápida que remete à década de 1970, ocasionado pela instituição do eixo agroindustrial para aquele setor da cidade. Essa situação continua até hoje, seja pelo valor do solo mais barato ou pela oportunidade de garantir moradia própria. Sendo assim, o contexto atual desses loteamentos permite enquadrá-los no estágio 3, momento em que a paisagem urbana é dominada pelo aumento das moradias e crescimento das superfícies impermeáveis. Sob essa condição, há a redução das taxas de infiltração, enquanto o escoamento superficial é maximizado (WOLMAN, 1967).

A Figura 2 apresenta o processo de ocupação dos loteamentos analisados e a visível rapidez em que ele ocorre, principalmente no loteamento Alice II, último a ser construído. No ano de 2006 (Figura 2A), é possível identificar um misto do que Wolman (1967) chama de estágio 1 – no caso dos loteamentos Mirante do Sul e Alice II – e do estágio 2, quando o solo é exposto devido ao início da ocupação – no loteamento Alice I. Apesar da exposição do solo, não é possível verificar na imagem a presença de feições erosivas, o que, no entanto, não significa dizer que não houve processos associados a essa condição em outros momentos fora dos anos avaliados nas imagens.

Figura 2 - Loteamentos Alice (I e II) e Mirante do Sul.



Fonte - Google Earth, 2006-2012-2018. Organização: os autores, 2021.

No ano de 2012 (Figura 2B), o estágio 2 se amplia para todos os loteamentos, embora o loteamento Alice I já se encontre em processo avançado de ocupação. Nesse momento, é possível observar em todos os loteamentos, feições erosivas lineares nos lotes e até mesmo nas ruas (algumas delas recém-abertas e ainda sem pavimentação). Inclusive, é perceptível uma nítida redução da mata ciliar, ao se comparar as Figura 2A e 2B, fato que pode ter potencializado os processos erosivos. Ademais, constata-se a presença de erosão laminar no setor leste do loteamento Mirante do Sul em decorrência do arruamento construído seguindo o declive em direção ao curso d'água que drena aquela porção do loteamento (Figura 3).

Em 2018 (Figura 2C), o estágio 3 se manifesta em todos os loteamentos, ainda que de forma menos intensa no loteamento Mirante do Sul. Percebe-se, também, a permanência de lotes desocupados nos quais podem ser identificados exposições de solo. Apesar de acelerada ocupação que aumentou as superfícies impermeáveis e de certa forma impediu a continuação ou ampliação dos processos erosivos por um tempo mais longo, a ocorrência ainda é verificada de modo pontual em alguns setores dos três loteamentos.

Figura 3 - Processos erosivos identificados nos loteamentos Alice I e Mirante do Sul (2012).



Fonte - Google Earth, 2012. Organização: os autores, 2021.

Em campo foi constatado que há uma certa estagnação no crescimento nos loteamentos Alice I e Alice II, com a permanência de alguns vazios urbanos, principalmente, no setor oeste de ambos os loteamentos. Em contraponto, o loteamento Mirante do Sul continuou sendo ocupado, já que estava em processo de urbanização um pouco mais atrasado do que os demais (Figura 4A e 4B).

Nos lotes vazios a manifestação de solo exposto com erosão linear, se concentra em sua maioria no loteamento Alice I, sobretudo, no terreno destinado ao uso institucional (Figura 4C e 4D) e naquele definido como Área Verde (Figura 4E). Nos demais loteamentos, os vazios urbanos, em sua maioria, estão já cobertos com alguma vegetação rasteira, o que impede a exposição do solo à erosão, ao menos até o momento em que serão ocupados. Já aqueles lotes com solo exposto estão, em geral, associados ao início de novas construções, tanto no loteamento Mirante do Sul, como no Alice II (Figura 4F). Quanto ao curso d'água que nasce neste último loteamento e drena em direção ao lajeado São José cruzando o loteamento Mirante do Sul, este se encontra protegido por mata ciliar desde o início da implantação destes empreendimentos, o que sem dúvidas é um ponto positivo. O acesso a ele para verificar se ocorre algum processo erosivo marginal ou assoreamento do canal não foi possível devido à vegetação densa e ao declive acentuado que impediram o acesso.

Figura 4 - Ocupação urbana, exposição de solo e processos erosivos identificados nos loteamentos do Grupo 1 (2021).



Fonte - Os autores, 2021.

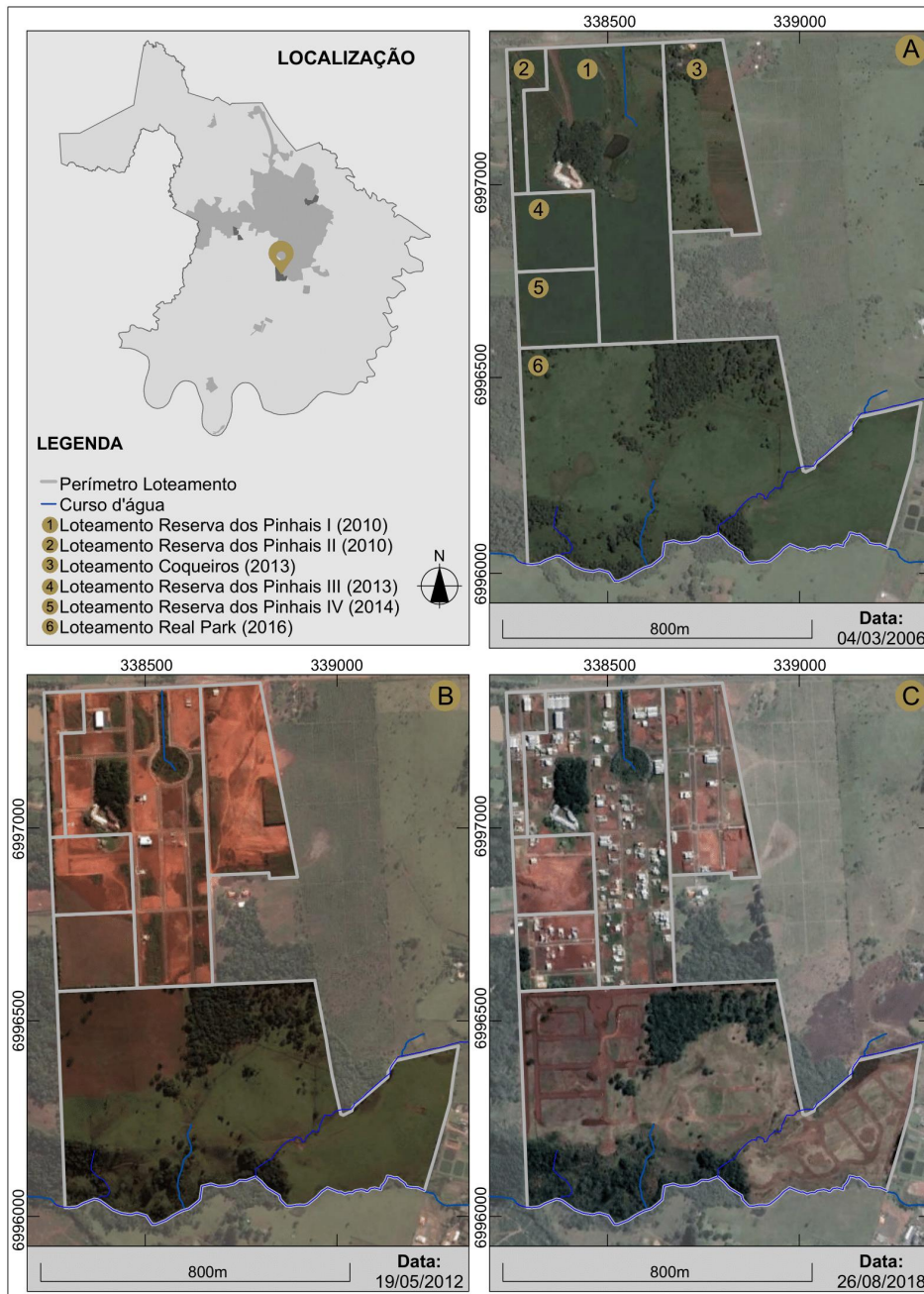
GRUPO 2: LOTEAMENTOS RESERVA DOS PINHAIS (I, II, III E IV), COQUEIROS E REAL PARK

Os loteamentos Reserva dos Pinhais I, Reserva dos Pinhais II, Reserva dos Pinhais III, Reserva dos Pinhais IV, Coqueiros e Real Park (Figura 5), foram implantados em área de topo, exceto o último, que se encontra sobre a encosta. Os loteamentos Reserva dos Pinhais I e II surgiram no mesmo ano que o Mirante do Sul, porém encontram-se em processos de ocupação bem diferentes, enquanto os demais são mais recentes. O loteamento Real Park, por exemplo, teve o início de sua implantação no ano de 2018 com entrega do empreendimento prevista para o segundo semestre de 2022.

Diferentemente do primeiro grupo, todos esses loteamentos estão localizados em um novo setor de expansão urbana – o Bairro Santos Dumont, o que poderia justificar essa ocupação mais lenta. Na Figura 5A, do ano de 2006, observa-se o estágio 1 comum a todos os loteamentos, embora já existam algumas edificações esparsas no local. Nesse momento é possível notar que a área já estava amplamente desmatada, com concentrações de vegetação de forma pontual nos loteamentos Reserva dos Pinhais I e no Real Park. Ainda em relação a esses dois loteamentos, observa-se que no primeiro, próximo a mancha de vegetação, existia uma área de terrenos alagadiços (banhados) que devido à abertura dos lotes foi aterrada, enquanto a nascente foi realocada e retificada para o lote central conforme indicado na Figura 5.

No caso do Real Park, na área do loteamento existem duas nascentes, além de um curso d'água que nasce nas proximidades e o atravessa – todos esses canais deságuam no lajeado Ferreira que é o limite sul. Pode-se observar também um trecho de solo parcialmente exposto a leste, onde atualmente está o loteamento Coqueiros. As Áreas de Preservação Permanente (APP), tanto de nascentes, como dos cursos d'água é escassa, embora, essa condição melhore com o passar dos anos, salvo o trecho que atravessa o Real Park que continua desprotegido até 2018. Outra situação que chama a atenção nos seis loteamentos é a expressiva quantidade de solo exposto, sobretudo em 2012 (Figura 5B), em particular nos loteamentos Reserva dos Pinhais I, II, III e Coqueiros.

Figura 5 - Loteamentos Reserva dos Pinhais (I, II, III e IV), Coqueiros e Real Park.



Fonte - Google Earth, 2006-2012-2018. Organização: os autores, 2021.

No ano de 2018 (Figura 5C), fica evidente que os loteamentos continuam em processos diferentes de urbanização e nenhum deles atingiu o patamar do estágio 3. A quantidade de solo exposto com erosão

linear continua se manifestando, indicando uma tendência de produção e transporte de sedimentos que está longe de acabar. Nessa conjuntura, a situação mais preocupante é a do loteamento Real Park que conta com a presença de nascentes e cursos d'água em sua área (com partes desprotegidas de vegetação), cujo transporte de sedimentos favorecido pelo declive e pelo direcionamento das ruas recém-abertas tende a convergir diretamente para o lajeado Ferreira.

A Figura 6 traz como exemplo e de modo ampliado algumas das feições erosivas encontradas na maioria dos lotes expostos dos loteamentos em 2012. A erosão linear e laminar são alguns dos processos erosivos identificados nesses locais (estágio 2), inclusive nos cursos d'água do loteamento Real Park, num momento muito antes de sua abertura (estágio 1). É possível observar também a presença de solo exposto nas bordas do lote central, onde está a nascente, no loteamento Reserva dos Pinhais I. Há ainda deposição de sedimentos na via circular devido a erosão proveniente dos terrenos a montante.

Figura 6 - Processos erosivos identificados nos loteamentos Reserva dos Pinhais I e Real Park (2012).



Fonte - Google Earth, 2012. Organização: os autores, 2021.

Em campo, nota-se que ainda é vigente a manifestação significativa de lotes com solo exposto e a ocorrência de processos erosivos em todos os loteamentos deste grupo. Embora a ocupação, principalmente no loteamento Reserva dos Pinhais I (Figura 7A e 7B), tenha se intensificado, essa situação de terrenos com solos expostos é recorrente. No caso particular do loteamento Real Park (Figura 7C), o solo exposto está associado ao traçado viário que está em processo de pavimentação. O que se observa é que em alguns lotes, mesmo doze anos depois, ainda se encontram desnudos (Figura 7D). Em outros, a vegetação rasteira começa a recobrir áreas até então expostas e com sinais visíveis de ravinamento (Figura 7E). Fato comum, no entanto, são lotes com erosão ativa (Figura 7F).

Figura 7 - Ocupação urbana, exposição de solo e processos erosivos identificados nos loteamentos do Grupo 2 (2021).



Fonte - Os autores, 2021.

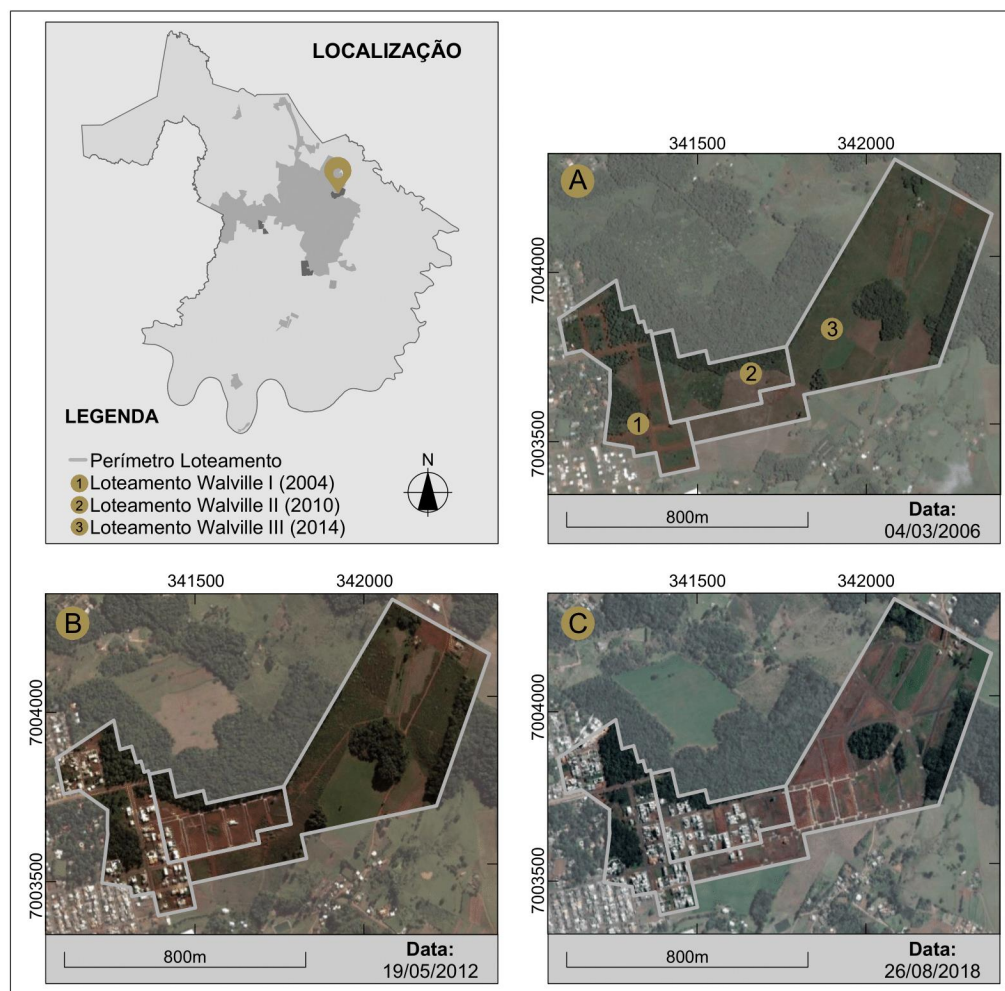
A inexistência de contenções nos trechos finais de algumas ruas intensifica o escoamento e a erosão (Figura 7G). Próximo a esse ponto, no loteamento Real Park foi feito um depósito de terra retirada das ruas (Figura 7H), deixando todo esse material exposto à erosão. Outra situação encontrada nesse loteamento é um corte próximo à rua, com erosão linear nas bordas e laminar sentido lajeado Ferreira. O acesso até as nascentes não foi possível já que elas se encontram cercadas, ainda assim se pode afirmar que a atual vegetação é densa apenas naquela nascente do loteamento Reserva dos Pinhais I. Nas demais, localizadas no loteamento Real Park, a vegetação é mais arbustiva, porém foi identificado que novas espécies foram plantadas com intuito de protegê-las de forma mais consistente.

GRUPO 3: LOTEAMENTOS WALVILLE (I, II E III)

O último grupo trazido como estudo de caso, é a tríade de loteamentos Walville I, II e III, todos incluídos em área de topo. Esses três loteamentos diferentes dos anteriores não têm nenhum curso d'água percorrendo suas áreas, porém, devido a sua localização podem gerar impactos na rede hidrográfica a jusante, como é o caso da sanga Iracema ao sul e um dos afluentes do lajeado Passo dos Índios a norte, ambos drenando no sentido do centro da cidade.

Em 2006 (Figura 8A) é possível perceber a diferença de ocupação entre eles: enquanto o loteamento Walville I está iniciando o estágio 2, os demais continuam no primeiro. Não é perceptível nesse momento feições erosivas nesse primeiro loteamento, contudo, foi possível visualizar a formação de erosão linear no limite entre os loteamentos Walville II e o III. Isso reitera o que já foi destacado anteriormente, que apesar de Wolman (1967) considerar esse período de pré-desenvolvimento em equilíbrio, ainda assim, ele estaria sujeito à ação erosiva, potencializada nesse caso, pela ausência de cobertura vegetal, sobretudo porque a área aparenta ter sido destinada ao uso agrícola previamente.

Figura 8 - Loteamentos Walville (I, II e III).



Fonte - Google Earth, 2006-2012-2018. Organização: os autores, 2021.

Na Figura 8B, nota-se que em 2012 a paisagem começa a se alterar de maneira mais significativa. O loteamento Walville I encontra-se em processo avançado de urbanização se encaminhando para o estágio 3, com poucos lotes com exposição de solo e ocorrência escassa de erosão. O fato de existir grandes áreas vegetadas pode ter sido um fator que contribuiu para a mitigação dos processos erosivos, todavia, vale lembrar que o período em que houve as maiores alterações na topografia do loteamento não estão contempladas nas imagens utilizadas. Já o loteamento Walville II (Figura 9) está,

neste momento, com quase toda sua área com solo exposto e torna-se evidente a ocorrência de erosão linear, laminar e deposição de sedimentos em pontos distintos do loteamento. Pode-se dizer que os processos que colaboram para a manifestação do estágio 2 estão no seu ápice nesse local.

Figura 9 - Processos erosivos identificados no loteamento Walville II (2012).



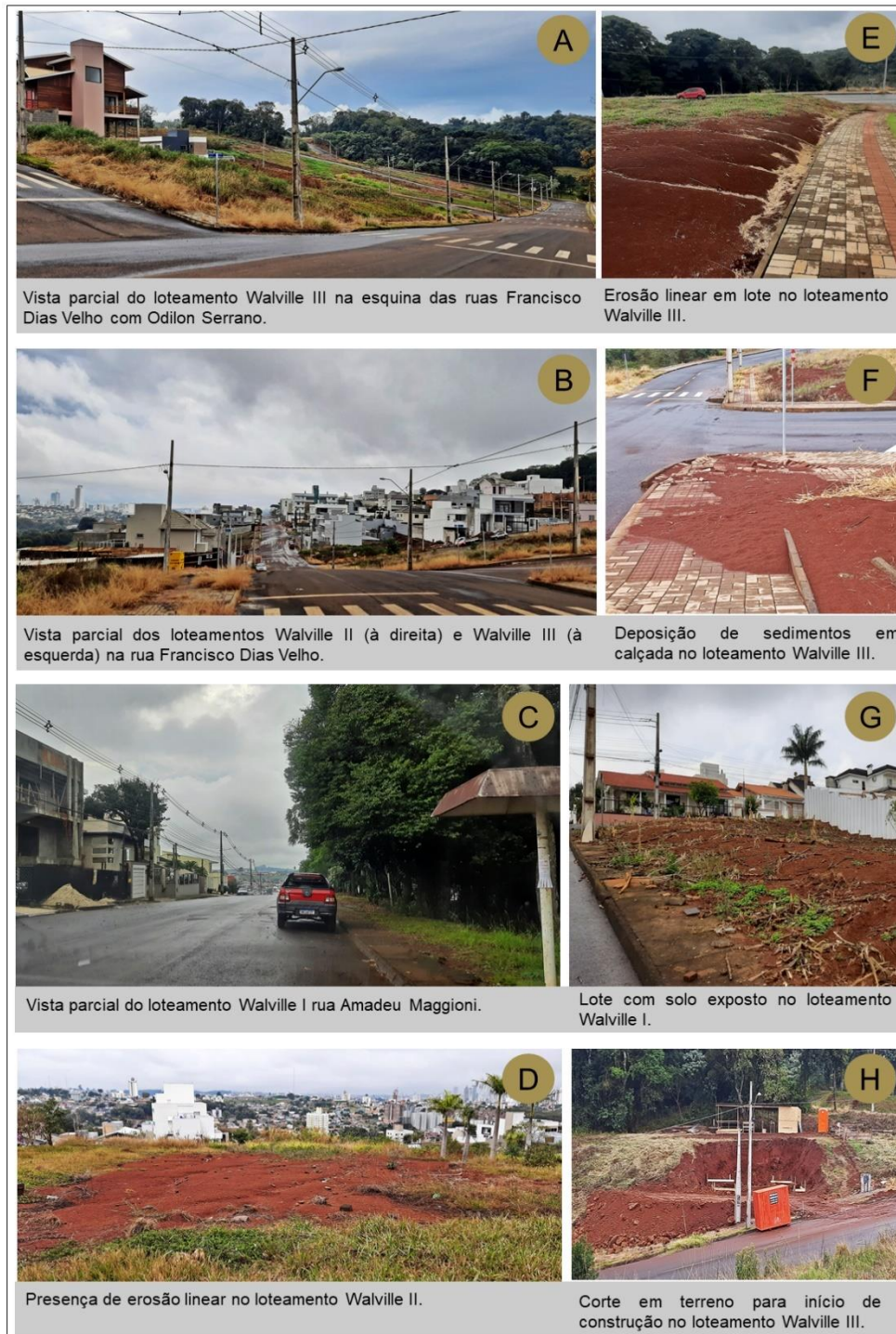
Fonte - Google Earth, 2012. Organização: os autores, 2021.

Quanto ao loteamento Walville III, as primeiras alterações só vão aparecer em 2018 (Figura 8C), quando é possível verificar o sistema viário já instituído. É visível a ocorrência de erosão linear na maioria dos lotes que estão com solo exposto, processos estes que também se manifestam no loteamento Walville II, mas que nesse momento aparentam estar controlados dada a impermeabilização do solo (pelas vias e residências) que começa a se intensificar. Embora este loteamento esteja longe de se tornar consolidado, quando isso acontecer e o escoamento superficial tornar-se maior e mais rápido, os problemas para além dele poderão ser intensificados.

Com isso, a erosão pode ser iniciada novamente se alguns lotes ainda não tiverem sido ocupados e, principalmente, os pontos de inundações a jusante poderão ser potencializados. Vale lembrar que a localização desses loteamentos está próxima dos divisores topográficos do lajeado Passo dos Índios, principal rio urbano de Chapecó, e boa parte dos bairros que os antecedem, já sofrem com situação de inundações e alagamentos desde a década de 1990 conforme exemplifica Binda (2012). Assim, o contexto em que se encontra esses três loteamentos reacende um alerta sobre a ocupação desses locais mais altos na área urbana e como os estágios 2 (do início das construções) e o estágio 3 (da massiva impermeabilização do solo), representam situações críticas e favoráveis a piora de problemas ambientais urbanos, ainda mais quando se amplia a visão para a bacia hidrográfica como uma rede interligada de cursos d'água.

A observação em campo demonstrou que houve um avanço na construção de moradias, principalmente, no loteamento Walville III (Figura 10A) nas proximidades do loteamento Walville II, ao mesmo tempo em que a presença de vazios urbanos continua maior neste último. Nos outros dois loteamentos, a situação é basicamente a mesma, sem evolução em relação a ocupação (Figura 10B e 10C). Ainda que exista em todos os loteamentos lotes vazios, os processos erosivos lineares identificados (Figura 10D e 10E) e a deposição de sedimentos (Figura 10F) são pontuais. Isso ocorre porque a maior parte desses terrenos estão cobertos com vegetação rasteira, sobrando apenas alguns trechos com solo exposto sujeito a erosão, como é o caso das laterais dos lotes (Figura 10G), neste caso, no setor norte do loteamento Walville III. O solo volta a se tornar exposto quando novas construções são iniciadas, como representado na Figura 10H. Isso é recorrente nos três loteamentos, mas existe uma concentração maior no mais recente (Walville III), seguido do Walville II e, por fim, no Walville I, que já dispõem de poucos lotes para construção.

Figura 10 - Ocupação urbana, exposição de solo e processos erosivos identificados nos loteamentos do Grupo 3 (2021).



Fonte - os autores, 2021.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Chapecó, uma grande quantidade de loteamentos foi implantada no período entre 2004 e 2018 (68 no total). Esse aumento, segue uma tendência que remete às últimas décadas do século XX, resultado do aumento populacional e da urbanização, desencadeados pela inserção do capital agroindustrial. Decorrente dessa urbanização, um aspecto compartilhado por todos os loteamentos estudados que

impacta diretamente nas bacias hidrográficas são os processos hidrogeomorfológicos, notadamente, aqueles expressos pela exposição dos solos, pela erosão e pela deposição de sedimentos.

A partir das análises constatou-se que, de fato, há uma mudança nos processos hidrogeomorfológicos ao longo do desenvolvimento urbano. O estágio 2 foi reconhecido pela ampliação da exposição de solo e intensificação dos processos erosivos. No entanto, esses processos também foram observados no estágio anterior, decorrente do uso da terra com finalidade agrícola, antecedente à ocupação urbana. No último e terceiro estágio, houve uma redução dos processos erosivos pela intensificação da ocupação urbana e impermeabilização dos solos. Em específico, sobre os processos hidrogeomorfológicos nos loteamentos de Chapecó, é recorrente a manifestação erosiva em todos os loteamentos estudados e os locais onde foram identificados estes processos são caracterizados por solo exposto, tendo como elemento comum a ausência de vegetação protetiva e áreas impermeabilizadas ao entorno

Assim, um aspecto pertinente pode ser relatado: as três etapas descritas por Wolman (1967) nem sempre se manifestam em sequência, pois o tecido urbano é construído a partir da anexação de novas áreas que se conectam a outras com diferentes graus de desenvolvimento. Loteamentos com distintos anos de implantação e que ocupam espaços adjacentes podem, assim, apresentar estágios diferentes entre eles, mas também, neles mesmos. Um mesmo local pode manifestar fases divergentes simultaneamente, já que a consolidação do loteamento, ainda que rápida em alguns casos, não é homogênea, o que torna os processos hidrogeomorfológicos em fases distintas. Inclusive setores consolidados de um determinado loteamento (momento condizente com o estágio três) pode intensificar os processos de erosão, assoreamento e inundação em outros setores daquele mesmo loteamento ou de outros. Isso está, em geral, condicionado aos lotes que permanecem vazios e, portanto, sujeitos ao escoamento superficial e às alterações no solo para novas construções.

Isso demonstra o quão complexo é o processo de expansão urbana quando se volta o foco para aspectos hidrogeomorfológicos. Uma visão que considere, portanto, tanto aspectos da sociedade, como da natureza se tornam fundamentais para a construção de cidades ambientalmente sustentáveis, a exemplo do que trata Christofidis, Assumpção e Kligerman (2019). Cabe neste cenário, a introdução de técnicas que busquem minimizar os impactos da ocupação urbana, considerando que ela ocorre e afeta de modo distinto os processos hidrogeomorfológicos.

Estratégias via Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto, por exemplo (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012) podem ser mecanismo úteis, uma vez que as intervenções são pensadas na escala de bacia hidrográfica, visando conservar e aproveitar as características de solo e da vegetação para o manejo das águas pluviais, bem como, para novas construções. Para tanto, é preciso reconhecer a permanente interação entre as atividades humanas e o ciclo hidrogeomorfológico, assim como considerar as especificidades locais no planejamento, um aspecto, em grande parte, não considerado nas cidades brasileiras.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pela bolsa de pesquisa de mestrado concedida.

REFERÊNCIAS

ALVES, P. A. **Deslocamentos espaciais da população e dinâmica econômica no estado de Santa Catarina: urbanização, migração e metropolização – 1950/2000**. 2008. 164 f. Dissertação (Mestrado em Demografia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

ARCHICAD. Versão 21: **Graphisoft**, 2017. Disponível em: <https://graphisoft.com/br>. Acesso em: 17 maio 2020.

BINDA, A.; BUFFON, E. A. M.; FRITZEN, M. Análise espaço-temporal dos casos de inundações e de alagamentos registrados na cidade de Chapecó-SC (1980-2010). **Ra E'Ga**, v. 26, p. 35-50, 2012. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/30040>. Acesso em: 05 maio 2020. <https://doi.org/10.5380/raega.v26i0.30040>

BINDA, A. L.; FRITZEN, M. Uso do solo urbano e alterações na rede de drenagem da bacia hidrográfica do Lajeado Passo dos Índios, Chapecó-SC. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 17, n.2 p. 243-259, maio/ago., 2013. <https://doi.org/10.5902/223649948161>

BINDA, A. L. Os rios urbanos de Chapecó: do esquecimento sob as lajes de concreto às recordações nos dias de chuva. In: BRANDT, M.; NASCIMENTO, E. (Org.). **Oeste de Santa Catarina: Território, Ambiente e Paisagem**. São Carlos: Pedro & João Editores; Chapecó: UFFS, 2015. p. 155-193.

BINDA, A. L. Sistemas atmosféricos e síntese dos padrões sinóticos em episódios de inundações urbanas em Chapecó/SC (1990-2019). **Geoambiente** On-line, Jataí/GO, n.39, p.160-181, jan./abr. 2021. <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.i39.67475>

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p.153-192.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. 147p.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Mapa geológico do estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM, 2014. Mapa. Escala 1:500.000. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/17996?show=full>. Acesso em: 20 maio 2021.

CHRISTOFIDIS, D.; ASSUMPÇÃO, R. S. F. V.; KLIGERMAN D. C. (2019) A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 3, p. 94-108. <https://doi.org/10.1590/0103-11042019s307>

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/964417/1/BPD-46-2004-Santa-Catarina-.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2021.

FACCO, J. **Os conflitos ambientais no processo de urbanização na bacia hidrográfica de abastecimento de água de Chapecó-SC**. 2011. 231 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, 2011.

FACCO, J.; FUJITA, C.; BERTO, J. L. Agroindustrialização e urbanização de Chapecó-SC (1950-2010): uma visão sobre os impactos e conflitos urbanos e ambientais. **Revista Desenvolvimento Regional**. v. 19, n. 1, p. 187-215, 2014. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/2481>. Acesso em: 23 abr. 2020.

FACCO, J.; ENGLER, J. M. O processo histórico de urbanização de Chapecó (1950-2006): notas sobre a ocupação urbana, Planos Diretores e conflitos ambientais. In: NASCIMENTO, E.; VILLELA, A. L. V. (Org.) **Chapecó em foco: textos e contextos sobre o espaço urbano-regional**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2017. p.287-323.

GOOGLE EARTH PRO. Versão 7.3.4.8248, **Google LLC**, 2021. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html> Acesso em: 15 maio 2021.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M.; SANTOS, I. dos. Hidrogeomorfologia: princípios, conceitos, processos e aplicações. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.13, n.2, p.103-111, abr/jun. 2012. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/166>. Acesso em: 08 set. 2021. <https://doi.org/10.20502/rbg.v13i2.166>

GOULARTI, J. G. Migrações e urbanização em Santa Catarina. **Revista Desenvolvimento Socioeconômico em debate**, v.1, n.2, p.85-105, 2015. Disponível em: <http://periodicos.unesc.net/RDSD/article/view/2398>. Acesso em 20 abr. 2020. <https://doi.org/10.18616/rdsd.v1i2.2398>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico: 1980** – Santa Catarina. Rio de Janeiro: IBGE, 1980. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/72/cd_1980_v1_t4_n21_sc.pdf. Acesso em: 23 abr. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico: 2010** – Santa Catarina. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=29&uf=42>. Acesso em: 23 abr. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100600.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População estimada – Chapecó**. IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/chapeco/panorama>. Acesso em: 20 mar. 2022.
- JORGE, M. C. O. Geomorfologia urbana: conceitos, metodologias e teorias. In: GUERRA, A.J.T. (Org.) **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p.117-145.
- KLEIN, R. M. Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina. In: REITZ, P.R. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978. Disponível em: <https://www.iff.sc.gov.br/nossa-%C3%A1rea-de-estudo>. Acesso em: 30 maio 2021.
- LIMA, J. L. L. P.; LIMA, M. I. P. Conceitos básicos de hidrologia. In: LIMA, J.P. (Coord.) **Hidrologia urbana: conceitos básicos**. Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos; Universidade de Coimbra, 2010. p.143-175.
- MELLO, S. M. **Na beira do rio tem uma cidade: urbanidade e valorização dos corpos d'água**. 2008. 348 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- NARDY, A. J. R.; MACHADO, F. B.; OLIVEIRA, M. A. F. de. As rochas vulcânicas mesozóicas ácidas da Bacia do Paraná: litoestratigrafia e considerações geoquímico-estratigráficas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n.1, p. 178-195, 2008. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/7576>. Acesso em: 11 maio 2021. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2008381178195>
- NASCIMENTO, E. Chapecó: evolução urbana e desigualdades socioespaciais. In: BRANDT, M.; NASCIMENTO, E. (Org.). **Oeste de Santa Catarina: Território, Ambiente e Paisagem**. São Carlos: Pedro & João Editores; Chapecó: UFFS, 2015. p. 97-153.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE/Depto. de Recursos Naturais e Estudos ambientais, 1989. 421p.
- NODARI, E. S. Um olhar sobre o oeste de Santa Catarina sob o viés da história ambiental. **História: Debates e Tendências**, v. 9, n. 1, p. 136-150, jan/jun. 2010. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rhdt/article/view/3212>. Acesso em: 20 abr. 2020.
- PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JR, V.P.; MASSIGNAM, A.M., PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V.M.R.; VALCI, F.V. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-Rom.
- PELUSO JÚNIOR, V. A. O relevo do território Catarinense. **Geosul**, v.1, n.2, p.7-69, 1986. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/12550>. Acesso em: 20 maio 2021.
- QGIS. Versão 3.4.0, **General Public Licence**, 2018. Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/site/. Acesso em: 15 maio de 2020.
- RODRIGUES, C.; ADAMI, S. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In: VENTURI, L. A. B. (Org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p.147-165.
- SARI, V.; POLETO, C.; CASTRO, N. M. R. Caracterização dos processos hidrossedimentológicos em bacias rurais e urbanas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.9, n.16, p. 596-624, 2013.
- SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: planejamento e tecnologias verdes para a sustentabilidade das águas urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 2, p. 09-18, jan./jun. 2012. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v17n2.p9-18>
- UN/DESA - United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision**. New York: United Nations, 2019. 103p.
- TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. Drenagem urbana e controle de erosão. In: TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. (Org.). **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 119-127.

TUCCI, C. E. M. Inundações e drenagem urbana. In: TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (Org.). **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. p.11-36.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. **Atlas climático da região Sul do Brasil**: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. 2.ed. Brasília: Embrapa, 2012. 333 p.

WOLMAN, M. G. A cycle of sedimentation and erosion in urban river channels. **Geografiska Annaler**, v.49, n. 1-4, p.385-395, 1967. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/520904?seq=1>. Acesso em 13 dez. 2020. <https://doi.org/10.1080/04353676.1967.11879766>

Recebido em: 14/04/2022

Aceito para publicação em: 16/08/2022