

# EXPANSÃO URBANA E DEGRADAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE RIO E NASCENTES EM BAIRROS DE COLOMBO/PARANÁ

Otacílio Lopes de Souza da Paz<sup>1</sup>

Ivandra Alves Ribeiro<sup>2</sup>

**RESUMO:** A expansão das áreas urbanizadas sem planejamento de ordenamento territorial, que considere as limitações do meio físico, resulta em alteração de processos ambientais, diminuição da qualidade ambiental e surgimento de problemas ambientais. O entorno da PR-417 (rodovia da Uva - Colombo/Paraná) vem passando por transformações na paisagem nos últimos anos, sendo necessário analisar essas alterações e verificar os conflitos ambientais consequentes. Objetivou-se verificar o crescimento das áreas urbanizadas no entorno da PR-417 e analisar o avanço urbano sobre as áreas de preservação permanente. Foram utilizadas técnicas em Sistemas de Informações Geográficas com uso de sensoriamento remoto para gerar camadas das áreas urbanizadas em 2000 e 2017 e áreas de preservação permanente de rios e nascente, que foram delimitadas com a base topográfica disponível na escala 1:10.000. Como principais resultados, constatou-se que as áreas urbanizadas cresceram 22% entre 2000 e 2017, e como consequência, a degradação das áreas de preservação permanente de rios e nascentes aumentou em 24%. Visitas a campo e consultas a dados geoespaciais confirmaram os problemas ambientais inferidos, a citar: poluição de rios, migração de nascentes, rios assoreados, depósitos de lixo e inundações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Planejamento urbano; Geotecnologias; Gestão ambiental; Gestão territorial.

## URBAN EXPANSION AND DEGRADATION IN THE PERMANENT PRESERVATION AREAS OF RIVERS AND SPRINGS IN COLOMBO/PARANÁ

**ABSTRACT:** The expansion of urbanized areas without territorial planning, which considers the limitations of the physical environment, results in alteration of environmental processes, reduction of environmental quality and environmental problems. Near the PR-417 (Uva highway - Colombo / Paraná state) has been undergoing changes in the landscape in recent years, and it is necessary analyze these changes and verify the environmental conflicts. In this paper, we verify the growth of the

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná. otacilio.paz@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Paraná. Ivv.alves@gmail.com.

urbanized areas near the PR-417 and to analyze the urban advance on the areas of permanent preservation. Geographic Information Systems and Remote Sensing techniques were used to generate layers of urban areas in 2000 and 2017 and areas of permanent preservation of rivers and spring, which were delimited with the topographic base available on the 1: 10,000 scale. As a main result, urban areas increased by 22% between 2000 and 2017. As a consequence, the degradation of areas for permanent preservation of rivers and springs increased by 24%. Field visits confirmed the inferred environmental problems, to mention: pollution of rivers, migration of springs and rivers silting, garbage dumps and floods.

**KEYWORDS:** Urban planning; Geotechnology; Environmental management; Territorial management.

## **EXPANSIÓN URBANA Y DEGRADACIÓN DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN PERMANENTES DE RÍO Y RESORTES EN LOS BARRIOS DE COLOMBO/PARANÁ**

**RESUMEN:** La expansión de las áreas urbanizadas sin planificación de ordenamiento territorial, que considere las limitaciones del medio físico, resulta en alteración de procesos ambientales, disminución de la calidad ambiental y surgimiento de problemas ambientales. El entorno de la PR-417 (carretera de la Uva - Colombo / Paraná) viene pasando por transformaciones en el paisaje en los últimos años, siendo necesario analizar esas alteraciones y verificar los conflictos ambientales consecuentes. Se objetivó verificar el crecimiento de las áreas urbanizadas en el entorno de la PR-417 y analizar el avance urbano sobre las áreas de preservación permanente. Se utilizaron técnicas de Sistemas de Información Geográfica y Sensibilización Remota para generar capas de las áreas urbanizadas en 2000 y 2017 y áreas de preservación permanente de ríos y manantiales, que fueron delimitadas con la base topográfica disponible en la escala 1: 10.000. Como principales resultados, se constató que las áreas urbanas crecieron un 22% entre 2000 y 2017. Como consecuencia, la degradación de las áreas de preservación permanente de ríos y manantiales aumentó en un 24%. Las visitas a campo confirmaron los problemas ambientales inferidos, a citar: contaminación de ríos, migración de manantiales y ríos de asentamiento, depósitos de basura e inundaciones.

**PALABRAS CLAVE:** Planificación urbana; geotecnología; Gestión ambiental; Gestión territorial.

### INTRODUÇÃO

O crescimento de áreas urbanizadas sem planejamento contribui para gradativa diminuição da qualidade ambiental, aumento da dependência

energética, além de afetar os processos ambientais atuantes da paisagem (BELEM; NUCCI, 2014). O planejamento deve levar em consideração as potencialidades e limitações da paisagem, promovendo equilíbrio entre o crescimento urbano e a proteção dos ecossistemas naturais (SACHS, 2000; LEAL, 2009; SANTOS; FERREIRA, 2016).

O crescimento das áreas urbanizadas ocorre sobre espaços naturais, normalmente ocupados com vegetação nativa. Algumas dessas áreas compõem as Áreas de Preservação Permanentes (APP) de rios e nascentes. As ocupações urbanas em APP resultam em impactos ambientais, afetando dinâmicas da paisagem (PERES, 2011).

Uma ação importante para o planejamento de expansão das áreas urbanizadas é o seu monitoramento. Entre as ferramentas para tal, destacam-se as geotecnologias, em especial o sensoriamento remoto e o Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Moraes (2008) afirma que essas técnicas fornecem bases que subsidiam ações do planejamento e ordenamento territorial.

O crescimento urbano no município de Colombo (Paraná) ocorreu principalmente na porção sudeste, no entorno da BR-476 (Estrada da Ribeira) e BR-116, principal ligação de Curitiba com o estado de São Paulo. O entorno da PR-417 (Rodovia da Uva) é outro foco de crescimento e vem passando por alterações nos últimos anos, contudo, carecem de estudos na região, por haver áreas ainda em processo de urbanização e pelos vários remanescentes florestais presentes na área.

Assim, é necessário compreender o cenário anteriores e atual da área mencionada. A partir dessas informações, pode-se subsidiar o planejamento de ocupação urbana, visando evitar a degradação de novas áreas de APP e orientar ações de recuperação de APP já degradadas por áreas urbanizadas. Objetiva-se realizar uma análise do crescimento das áreas urbanizadas nos bairros

atendidos pela PR – 417 entre os anos de 2000 e 2017 e identificar locais de degradação das APP de rios e nascentes.

Emprega-se o termo áreas urbanizadas neste trabalho, pois de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), as áreas urbanizadas correspondem às cidades (sedes municipais), às vilas (sedes distritais) e às áreas urbanas isoladas (IBGE, 2013). Essas áreas são compostas por edificações e sistema viário (casas, prédios, galpões, áreas de rodovias) tendo uso comercial, residencial ou industrial, podendo ser continua ou descontínuas (IBGE, 2013).

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As APP instituídas pelo código florestal brasileiro apresentam grande relevância em ações de planejamento e gestão ambiental. Sua degradação afeta vários processos e comprometem a estabilidade dos sistemas ambientais. As APP são instituídas pela lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que atribui como função das APP preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Em suma, o objetivo das APP é autoexplicativo: preservar determinada área de modo permanente (AZEVEDO; OLIVEIRA, 2014). As APP podem ser áreas no entorno de rios e nascentes, partes de feições de interesse como morros e chapadas ou mesmo a sua extensão total, como o caso das áreas de manguezais, dunas, entre outros. Inúmeras discussões surgem sobre as APP, pautadas tanto em interpretações ambíguas na delimitação das mesmas como na sua validade enquanto área de preservação (OLIVEIRA, 2005; RIBEIRO, et al. 2005; ALMEIDA; PAULA, 2014).

As APP no entorno de nascentes e rios podem ser chamadas de mata ciliar. Qualquer composição florística pode compor a mata ciliar, o que depende do contexto de paisagem o qual se encontra (CALHEIROS et al., 2009). De acordo

com Lima e Zakia (2000), as matas ciliares são palco de vários processos ambientais ligados a hidrologia, geomorfologia e ecologia. Vale salientar que as APP podem ou não estar cobertas por vegetação nativa (BRASIL, 2012).

A lei nº 12.65 não determina qual método deve ser utilizado para delimitação das APP. Em trabalhos em maior escala que exigem maior precisão é comum levantamentos de campo. Porém, não raro são encontrados artigos científicos, dissertações e teses e relatórios técnicos fazendo uso das geotecnologias para delimitação das APP. Os argumentos apresentados se pautam na praticidade da técnica empregada, fornecendo informações de localização e quantidade de APP (degradadas e/ou não degradadas) em bacias hidrográficas, municípios ou regiões, a um baixo custo.

Os resultados da delimitação das APP estarão diretamente ligados com a qualidade e escala da base cartográfica utilizada. Conforme aponta Sampaio (2008), Sousa e Sampaio (2015) e Paz (2015), os mapeamentos da rede de drenagem disponíveis possuem limitações, apresentando padrões de acurácia entre 80% e 85%, afetando ou mesmo inviabilizando algumas aplicações.

No entanto, estudos salientam que as APP delimitadas a partir das geotecnologias, mesmo com essas limitações da base cartográfica, são compatíveis com análises regionais, fornecendo base para discussões (COSTA et al., 1996; OLIVEIRA, 2005). Para maior nível de detalhe (grandes escalas), recomenda-se a delimitação das APP com auxílio das geotecnologias, mas validados por levantamentos de campo.

Utilizando uma base de dados geoespaciais, como mapeamentos topográficos, pode-se analisar num recorte regional as APP existentes e avaliar sua ocupação por área de uso antrópico. Assim, esse material pode servir de base ao planejamento de ocupação da área analisada, evitando a degradação de novas áreas de APP e visando a recuperação de APP já degradadas.

As APP são importantes para a manutenção de inúmeros processos ambientais. Como exemplo, cita-se o papel das APP na produção de sedimentos. O estudo de Paz et al. (2016), realizado na bacia hidrográfica do rio Tagaçaba (Guaraqueçaba – litoral norte do Paraná), mostra que a produção de sedimentos aumenta em três (3) vezes com a supressão total da vegetação das APP. Em outro cenário, com a recuperação total da vegetação nas APP, a produção de sedimentos diminuiria em quatro (4) vezes em relação ao cenário atual.

Além da manutenção dos processos ambientais, as APP são importantes em vários serviços ambientais, a citar: proteção de rios e nascentes, proteção do solo, refúgio da fauna e flora, qualidade do ar, regulação climática e o sequestro de carbono (MATTOS et al., 2007).

O termo APP surgiu na Lei nº 4.771/1965, conhecido como o segundo código florestal brasileiro (SPAROVEK et al., 2011). Nesta lei, a delimitação das APP era restrita ao espaço rural, ficando a cargo de normas estaduais e municipais o estabelecimento de critérios de ocupação e preservação ambiental do espaço urbano (AZEVEDO; OLIVEIRA, 2014).

A partir da Medida Provisória nº 2.166-67/2001 e das Resoluções CONAMA 302/2002, 303/2002 e 369/2006, o instituto jurídico APP é aplicado em zonas urbanizadas, surgindo conflitos com as normas de ordenamento estabelecidas anteriormente (AZEVEDO; OLIVEIRA, 2014). Além desses conflitos, com a revisão do código florestal brasileiro publicado em 2012 (lei nº 12.651), surgem novas possibilidades de intervenção em APP em razão de utilidade pública e/ou de interesse social, impactando significativamente a preservação de APP no espaço urbano (AZEVEDO; OLIVEIRA, 2014).

As áreas urbanizadas em APP provocam alterações nos sistemas naturais, afetando processos relacionados a água, solo, ar e vegetação (PERES, 2011). Ou seja, o processo de urbanização sem planejamento vem ampliando a degradação das APP o que potencializa diversos problemas ambientais urbanos.

O avanço de áreas urbanizadas em áreas de mata ciliar amplia a impermeabilização do solo, aumentando o escoamento superficial (NUNES et al., 2011). Somado a isto, as deficiências na estrutura de escoamento pluvial devido a ocupação urbana sem planejamento é o cenário comum para a ocorrência de inundações, o que pode provocar danos materiais e disseminação de doenças por proliferação de vetores (BUFFON, 2016).

A ocupação de áreas de mata ciliar também afeta a qualidade de águas superficiais e subterrâneas, devido ao lançamento de resíduos sólidos e líquidos (PAULO et al., 2016). Os problemas urbanos relacionados ao ar estão ligados a emissão de poluentes e a formação de ilhas de calor (BARROS, 2016).

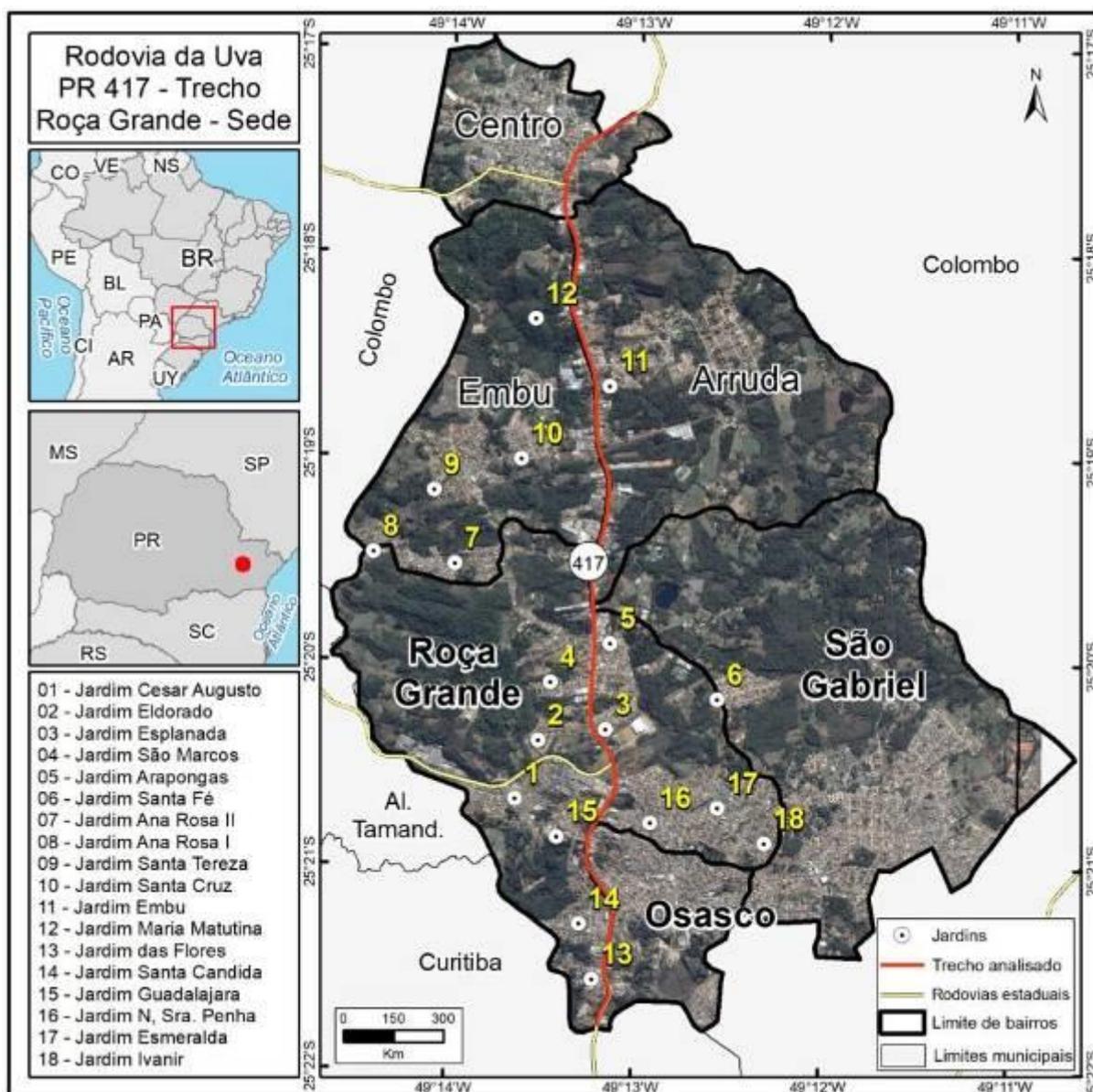
A remoção da cobertura vegetal impacta diretamente a flora e fauna do local, visto que os fragmentos de vegetação são utilizados como refúgio da fauna (BRUN et al., 2007). A presença de vegetação tem papel direto no microclima, podendo sua remoção potencializar os efeitos das ilhas de calor (PERES, 2011). Além das funções ecológicas, as áreas com vegetação no espaço urbano possuem funções estéticas e sociais, que tem importante papel na qualidade de vida humana (GUZZO, 1999).

Os solos também são afetados pelos avanços das áreas urbanizadas. O adensamento urbano provoca compactação no solo, afetado processos como a infiltração e a fauna presente (PEDRON et al., 2004). Associado a compactação, os processos de erosão e assoreamento também são acelerados, favorecendo eventos de poluição, deslizamento e inundações (PEDRON et al., 2004).

A partir do referencial sobre as funções ambientais exercidas pelas APP, bem como os impactos gerados a partir de sua degradação, destaca-se a necessidade de sua valorização e manutenção. Isto posto, no próximo tópico está contida a contextualização da área de estudo.

## ÁREA DE ESTUDO

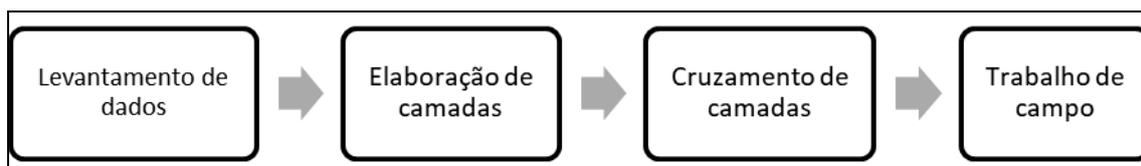
Conhecida como rodovia da Uva, a PR - 417 é uma importante via que interliga os municípios de Colombo e Curitiba (Paraná). O recorte analisado foi definido em 6 (seis) bairros de Colombo, a citar: Centro, Arruda, Embu, São Gabriel e Roça Grande (Figura 1).



**Figura 1** - Localização da área de estudo. Org. Os autores (2020).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos foram divididos em 4 etapas (Figura 2), a citar: levantamento de dados geoespaciais; elaboração das camadas de áreas urbanizadas e APP; cruzamento das camadas geradas; e trabalho de campo.



**Figura 2** - Síntese dos procedimentos metodológicos. Org.: Os autores (2020).

Os dados geoespaciais vetoriais utilizados foram obtidos junto ao Instituto das Águas do Paraná (INAPAR) e Instituto PARANACIDADE. Os dados geoespaciais matriciais foram obtidos junto ao INAPAR e no acervo Google Earth. A compilação dos dados geoespaciais utilizados está apresentada no Quadro 1.

298

**Quadro 1** - Dados geoespaciais utilizados na análise. Org. Os autores (2020).

Dado geoespacial	Escala	Ano de referência	Fonte
Rede hidrográfica	1:10.000	2000	INAPAR
Limite de bairros	1:25.000	2012	PARANACIDADE
Ortofotos D14NOF; D14NOE; D14NOC; D14NOA	1:10.000	2000	INAPAR
Imagem orbital	-	2017	Acervo Google Earth

O mapeamento das áreas urbanizadas foi realizado no *software* livre QGIS 2.18.1, vetorizadas a partir das ortofotos e imagens orbitais supracitadas. As ortofotos já estavam georreferenciadas, enquanto as imagens do acervo Google Earth foram utilizadas por meio do *plugin Open Layers*, instalado no *software* livre QGIS 2.18.1.

Seguindo a definição do manual técnico de uso da terra do IBGE (2013) para áreas urbanizadas, foram consideradas no mapeamento áreas com casas, galpões e áreas do sistema viário. Para melhor compreensão, as áreas urbanizadas foram divididas em 4 (quatro) classes temáticas: urbanização consolidada; urbanização intermediária; urbanização incipiente; e área Industrial.

Para a classificação temática das áreas urbanizadas foram observados aspectos como tonalidade, cor, forma, tamanho, padrão e textura nas ortofotos de 2000 e imagens orbitais de 2017 (MARCHETTI e GARCIA, 1988). A descrição das classes temáticas é apresentada no Quadro 2.

**Quadro 2** - Exemplos de áreas urbanizadas vetorizadas. Org.: Os autores (2020).

<b>Urbanização consolidada</b>	<b>Urbanização intermediária</b>
	
<p>Alta taxa de ocupações em quadras e/ou lotes. Edificações com pequena dimensão/extensão.</p>	<p>Estrutura viária delimitando as quadras. Presença de áreas com vegetação nos estratos arbustivo ou herbáceo. Poucos lotes ocupados com edificações</p>
<b>Urbanização incipiente</b>	<b>Área Industrial</b>
	
<p>Áreas com estrutura viária delimitando as quadras, porém sem qualquer edificação, apresentando apenas a remoção de vegetação</p>	<p>Grandes edificações com áreas de estacionamento próximas às principais vias de acesso</p>

A definição das APP para os rios e nascentes seguiu a proposta metodológica de NOWATZKI et al. (2009). Utilizando o *software* QGIS 2.18.1, foi definido um *buffer* (zona) de 30 metros na rede hidrográfica e 50 metros nas nascentes, seguindo as definições da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012).

Como controle de qualidade, foi efetuada a análise da consistência topológica nas camadas geradas, os erros de sobreposição e vazios entre polígonos foram verificados e corrigidos. Essa verificação se reveste de importância uma vez que evita erros nos cálculos de área (PAZ e SAMPAIO, 2016).

No *software* QGIS 2.18.1, as camadas de áreas urbanizadas de 2000 e 2017 foram cruzadas entre si, identificando as áreas com crescimento. Posteriormente, as áreas urbanizadas de 2000 e 2017 foram cruzadas com as APP. Assim, foram identificadas as APP degradadas em 2000 e 2017. Foi realizado trabalho de campo nas APP degradadas com objetivo de registro fotográfico e identificação preliminar de impactos ambientais.

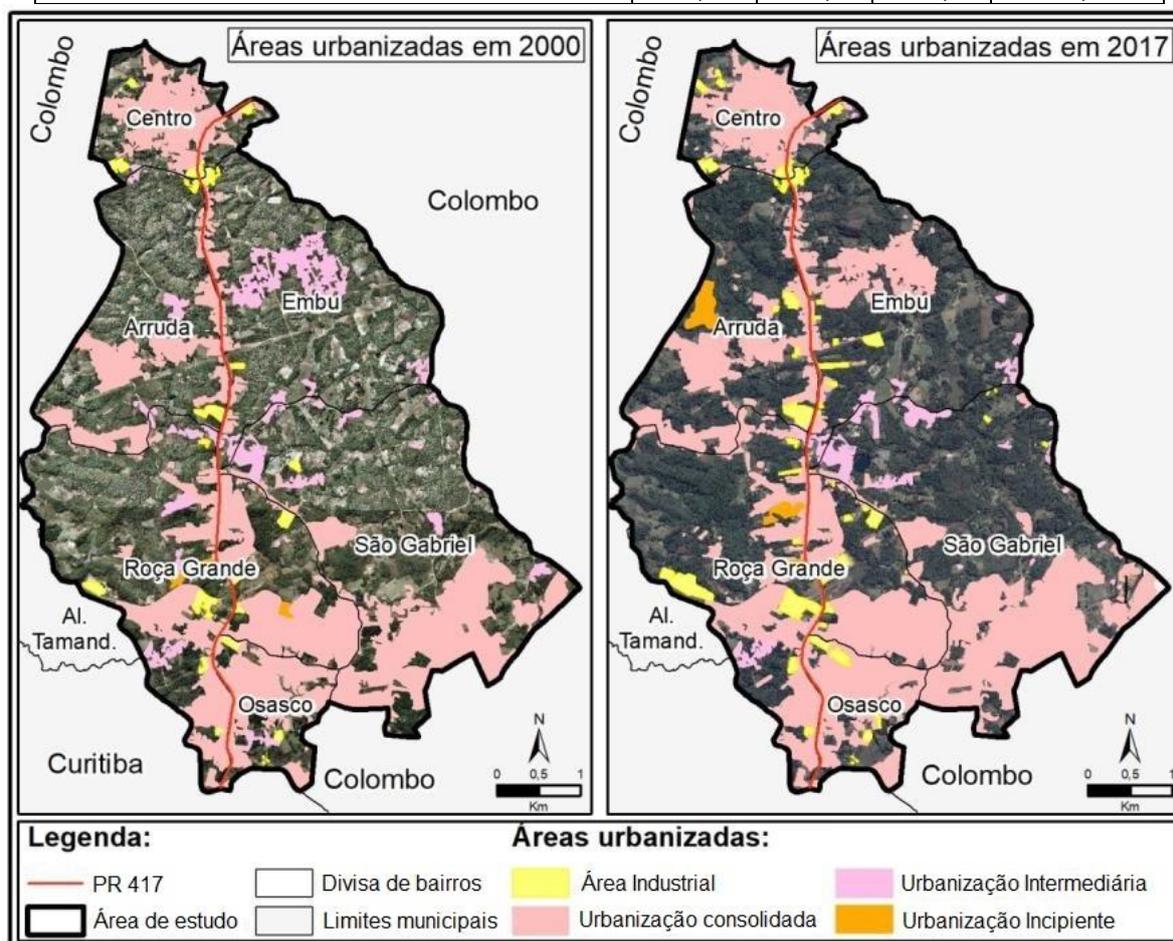
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento das áreas urbanizadas no recorte analisado entre 2000 e 2017 foi de 202,32 ha, aproximadamente 22% (Quadro 3). As áreas destinadas a atividades industriais foram as que mais cresceram, saltando de aproximadamente 40 ha em 2000 para cerca de 73 ha em 2017, um crescimento de aproximadamente 85%. O Quadro 3 mostra os valores de área e a Figura 3 apresentam as áreas urbanizadas mapeadas.

**Quadro 3** – Tabulação das áreas urbanizadas no entorno da PR-417. Fonte: Os autores (2020) e Google Earth Street View. Org.: Os autores (2020).

Classe temática	Visão horizontal	2000	2017	Crescimento entre 2000 e 2017	
		Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)	Porcentagem (%)

<b>Urbanização consolidada</b>		768,93	981,51	+212,58	+27,65
<b>Urbanização intermediária</b>		107,51	51,74	-55,77	-51,88
<b>Urbanização incipiente</b>		8,52	20,72	+12,19	+143,12
<b>Área Industrial</b>		39,42	72,74	+33,32	+84,52
<b>Total</b>		<b>924,38</b>	<b>1126,70</b>	<b>+202,32</b>	<b>+21,89</b>



**Figura 3** – Áreas urbanizadas na área de estudo entre os anos de 2000 e 2017. Org.: Os autores (2020).

O Quadro 4 apresenta as áreas urbanizadas por bairro entre os anos de 2000 e 2017, com os dados absolutos em hectare e relativos em porcentagem. O bairro Roça Grande possuía a maior área urbanizada em 2000, apresentando cerca de 280 ha. Essa situação se mantém em 2017, passando para aproximadamente 326 ha. A maior taxa de crescimento entre 2000 e 2017 foi aproximadamente 58% no bairro São Gabriel.

**Quadro 4** - Áreas urbanizadas por bairro entre 2000 e 2017. Org.: Os autores (2020).

Bairros	Área urbanizada 2000 (ha)	Área urbanizada 2000 (%)	Área urbanizada 2017 (ha)	Área urbanizada no 2017 (%)	Crescimento entre 2000 e 2017 (ha)
Centro	106,76	49,02	119,25	54,76	+12,49
Embu	80,30	13,18	112,23	18,42	+31,93
Arruda	106,04	22,02	142,10	29,50	+36,06
Roça Grande	280,84	33,37	326,41	38,78	+45,57
São Gabriel	247,68	28,24	305,35	34,82	+57,67
Osasco	102,76	59,83	121,36	70,67	+18,6

A conversão de áreas de urbanização intermediária para áreas de urbanização consolidada ocorreu principalmente no jardim Embu. O crescimento entre 2000 e 2017 corresponde a cerca de 20 ha, aproximadamente 47%. A Figura 4 mostra esse adensamento ocorrendo em todo jardim Embu, suprimindo áreas de vegetação nativa no interior das quadras e nas áreas adjacentes.



**Figura 4** – Adensamento das áreas urbanizadas entre as duas datas analisadas. O exemplo apresentado é no jardim Embu. Fonte: Imagens do acervo Google Earth. Org.: Os autores (2020).

O surgimento de novas áreas industriais ocorreu principalmente defronte a PR-417 devido a facilidade de escoamento da produção. A Figura 5 ilustra essa expansão, apresentando como exemplo a nova edificação industrial no jardim Esplanada. A implantação de grandes edificações localizada em áreas com vegetação herbácea ou solo exposto foi a forma mais frequente da expansão das áreas industriais no entorno da PR-417.

303



**Figura 5** - Surgimento de grandes galpões. No exemplo, surgimento deste tipo de edificação no jardim Esplanada. Fonte: Imagens do acervo Google Earth. Org.: Os autores (2020).

A ocupação de lotes vazios entre 2000 e 2017 ocorreu principalmente no jardim Eldorado. O crescimento de áreas de urbanização consolidadas foi de

aproximadamente 165% em relação a 2000, aproximadamente 7,5 ha. A Figura 6 apresenta a dinâmica de ocupação do jardim Eldorado mostrando que além das quadras definidas nos anos 2000, foram construídas edificações nas áreas de vegetação na sua porção norte.



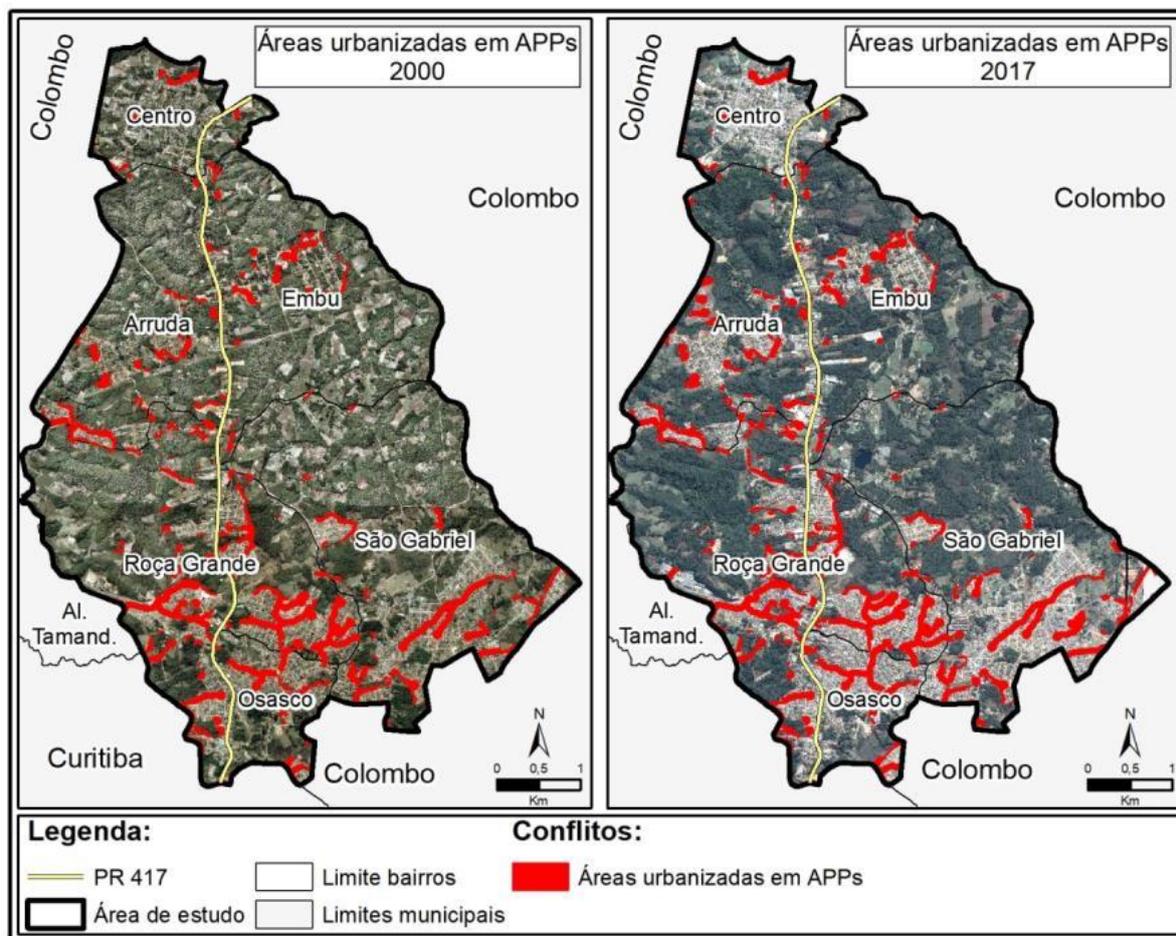
**Figura 6** – Conversão de áreas de urbanização incipiente em consolidadas. No exemplo, o Jardim Eldorado. Fonte: Imagens do acervo Google Earth. Org.: Os autores (2020).

Outra forma de expansão das áreas urbanizadas ocorreu a partir do surgimento de pequenas aglomerações de edificações em áreas mais distantes da PR-417. No ano 2000 existiam 8 áreas como estas, passando para 18 em 2017. Essas áreas surgiram em maior número nos bairros São Gabriel e Embu (Figura 7).



**Figura 7** - Surgimento de novos núcleos de áreas urbanizadas. Fonte: Imagens do acervo Google Earth. Org.: Os autores (2020).

Quanto às áreas urbanizadas em APP, no ano de 2000 aproximadamente 152 ha estavam degradados em função da expansão urbana. No ano de 2017 essas áreas subiram para 189 ha, um crescimento de aproximadamente 24% em comparação com 2000 (Figura 8 e Quadro 5). As APP de rios foram as mais afetadas, com cerca de 130 ha degradados em 2000. Essas áreas cresceram até o ano de 2017, com cerca de 160 ha ocupados por áreas urbanizadas, um crescimento de aproximadamente 23%.



**Figura 8** - Áreas urbanizadas em APP na área de estudo entre 2000 e 2017. Org.: Os autores (2020).

**Quadro 5** - Área das APP mapeadas. Org.: Os autores (2020).

APP	2000		2017		Crescimento entre 2000 e 2017
	Área (ha)	Porcentagem (%)	Área (ha)	Porcentagem (%)	
APP de Rios	130,49	85,89	160,24	84,93	+22,80
APP de Nascentes	21,43	14,11	28,43	15,07	+32,62
<b>TOTAL</b>	<b>151,93</b>	<b>100</b>	<b>188,67</b>	<b>100</b>	<b>+24,18</b>

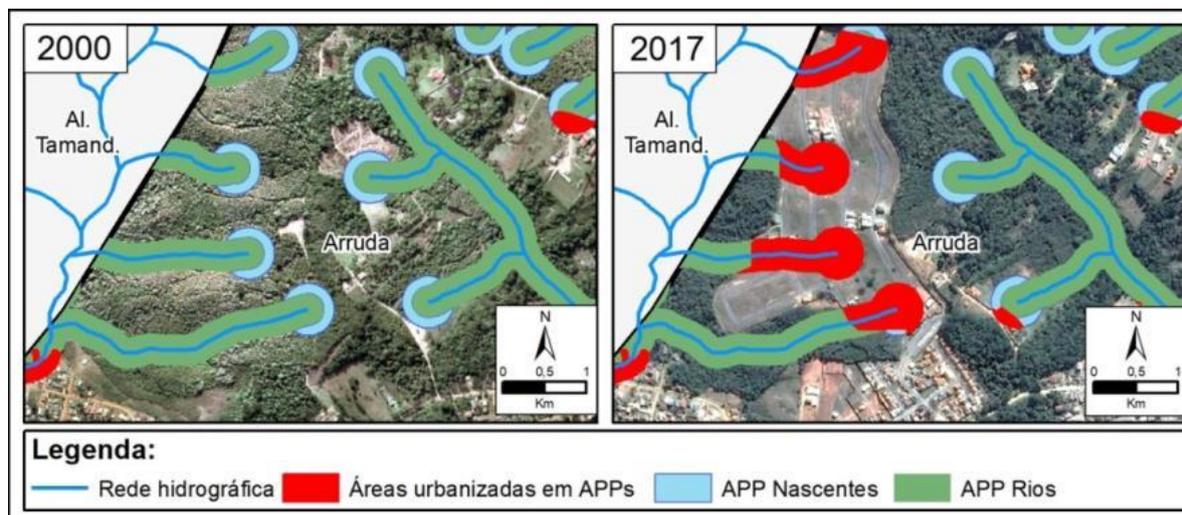
As degradações das APP na área de estudo ocorrem principalmente devido a expansão de áreas de urbanização consolidada, tanto em 2000 ( $\cong$  86%) como em 2017 ( $\cong$  85%). Também foi observado aumento na degradação das APP causado por implantação e áreas industriais e de urbanização incipiente (Quadro 6).

**Quadro 6** - Tipos de áreas urbanizadas em APP na área de estudo. Org.: Os autores (2020).

	2000		2017		Crescimento entre 2000 e 2017 (%)
	Área (ha)	Porcentagem (%)	Área (ha)	Porcentagem (%)	
<b>Urbanização consolidada</b>	125,09	82,33	167,27	88,65	+33,72
<b>Urbanização intermediária</b>	18,94	12,47	5,48	2,90	-71,06
<b>Urbanização incipiente</b>	2,60	1,71	5,79	3,07	+122,55
<b>Área Industrial</b>	5,30	3,49	10,14	5,37	+91,17
<b>Total</b>	151,93	100,00	188,67	100,00	+24,18

A supressão da vegetação nativa e consequente degradação das APP ocorreram principalmente no crescimento de áreas de urbanização incipiente. A maior área correspondente foi encontrada no jardim Santa Tereza, com aproximadamente 13,6 ha. A Figura 9 apresenta a transformação da paisagem entre os anos de 2000 e 2017, evidenciando perda de vegetação nativa e prejudicando 4 rios existentes.

307



**Figura 9** - Supressão de vegetação para implantação de condomínio residencial no jardim Santa Tereza ocupando APP de rios e nascentes. Fonte: Imagens do acervo Google Earth. Org.: Os autores (2020).

Na Figura 9, observa-se que 4 (quatro) cabeceiras de drenagem sofreram alterações. O avanço de áreas urbanizadas em nascentes pode resultar a redução do fluxo, transformando nascentes perenes em nascentes temporárias e/ou sua migração para a jusante, podendo em casos mais severos ocasionar o desaparecimento da nascente (FELIPPE, 2009).

A degradação de APP de rios e nascente contribui para poluição dos mesmos. De acordo com o estudo de Belizário (2015), ao analisar 9 (nove) nascentes próximas a áreas urbanizadas, 3 (três) nascentes possuíam qualidade boa a ótima e as outras 6 (seis) estavam com a qualidade comprometida. As nascentes classificadas com qualidade boa ou ótima estavam com a vegetação de entorno preservada. Já as nascentes mais afetadas estavam muito próximas às edificações e apresentavam a vegetação de entorno degradada.

Essa situação identificada no estudo de Belizário (2015) é semelhante a algumas nascentes encontradas na área de estudo (Figura 10). No trabalho de campo realizado, nas 4 (quatro) nascentes visitadas encontrou-se o acúmulo de lixo, entulho, materiais flutuantes na água e espumas, assim como no estudo de Belizário (2015).

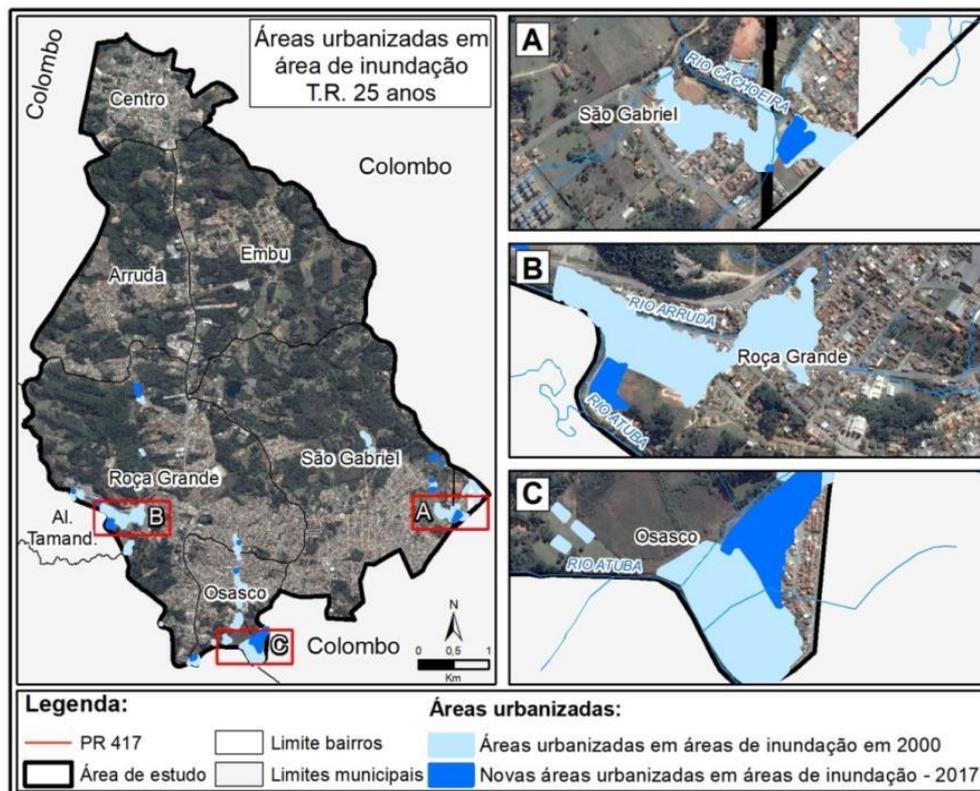


**Figura 10** – A – área de nascente com lixo e próximo a feições erosivas no bairro Roça Grande, próximo ao jardim Esplanada. B – área de nascente com entulho e restos de construção no bairro Embu, próximo ao jardim Embu. C – área de nascente com lixo e resquícios de esgoto doméstico no bairro Roça Grande, próximo ao jardim Eldorado. D – área de nascente com edificações próximas, localizado no bairro Arruda, próximo ao jardim Santa Tereza. Fonte: Google Earth Street View. Org.: Os autores (2020).

Em trabalho de campo, referente à Figura 11, nota-se que o solo foi compactado, aumentando a sua impermeabilização, o que resulta no aumento da velocidade e da quantidade do escoamento superficial (FELIPPE, 2009; NUNES et al., 2011 e NUNES, 2012). Como consequência para as nascentes, pode descaracterizar a área, ocasionando diminuição de vazão e até o desaparecimento (FELIPPE, 2009).

A impermeabilização do solo próximo de rios pode resultar em casos de inundação (HORA e GOMES, 2009; BUFFON et al. 2017). De acordo com os dados do Plano Diretor de Drenagem - Bacia do Alto Iguaçu elaborado pelo INAPAR, as áreas de inundação com tempo de retorno de 25 anos neste recorte estão localizadas próximas aos rios Atuba, Cachoeira e Arruda.

Após cruzamento das áreas urbanizadas mapeadas de 2000 e 2017 com a camada de área de inundação adquirida junto ao Plano Diretor de Drenagem - Bacia do Alto Iguaçu, nota-se a que a maior parte das áreas urbanizadas em áreas de inundação estão localizadas nos bairros Osasco, Roça Grande e São Gabriel (Figura 11).



**Figura 11** - Áreas urbanizadas em áreas de inundação na área de estudo. Fonte: Plano Diretor de Drenagem - Bacia do Alto Iguaçu. Org.: Os autores (2020).

As maiores áreas urbanizadas em áreas de inundação foram encontradas no jardim Cesar Augusto (Figura 11 - B e Figura 12 - A), porção sul e central do bairro Osasco (Figura 11 - C) e porção leste do bairro São Gabriel (Figura 11 - A e Figura 12 - B). A Figura 13 apresenta o caso do jardim Cesar Augusto onde ocorreu crescimento de áreas urbanizadas em área de inundação do rio Atuba.



**Figura 12** – Áreas urbanizadas em APP de rios. A - Área de inundação próximo ao rio Arruda, bairro Roça Grande, jardim Cesar Augusto. Note estrutura instalada. B - Áreas urbanizadas próxima a APP de um afluente do rio Cachoeira. Este ponto está localizado no bairro São Gabriel, próximo ao jardim Santa Fé. Note ausência de estrutura instalada e o assoreamento no interior do rio. Fonte: Google Earth Street View. Org.: Os autores (2020).



**Figura 13** – Áreas urbanizadas em áreas de inundação no jardim Cesar Augusto – bairro Roça Grande. A esquerda existe áreas de urbanização consolidada na área de inundação do rio Arruda. A direita área de urbanização intermediária implantada entre 2000 e 2017 na área de inundação do rio Atuba. Azul marinho = área de inundação. Azul claro = rios. Fonte: Imagem do acervo Google Earth (2017). Org.: Os autores (2020).

O maior conflito apresentado entre áreas urbanizadas e as APP está na tipologia de urbanização consolidada, o estágio final do processo observado. O crescimento proporcional mostra que as áreas de urbanização intermediária se consolidaram no recorte temporal analisado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas urbanizadas nos 6 bairros analisados cresceram 197,50 ha, aproximadamente 22% entre 2000 e 2017. As áreas de urbanização incipiente e áreas industriais foram as que mais expandiram no período analisado. O jardim Atuba apresentou a maior transformação, em função da consolidação das áreas urbanizadas.

O crescimento das áreas urbanizadas em áreas naturais ampliou a degradação das APP de rios e nascentes. Entre 2000 e 2017, as APP degradadas

subiram em aproximadamente 22%, principalmente nas APP de rios. Esse aumento na degradação das APP ocorreu devido a expansão das áreas de urbanização incipiente e áreas industriais, na maioria das vezes defronte a PR-417.

Essa degradação amplia os impactos ambientais na área analisada, sendo identificado nas análises em SIG e em visita de campo: supressão da vegetação, impermeabilização do solo, canalização de rios e erosão. Como consequências desses impactos, são apontadas: migração de nascentes e rios, poluição de rios, assoreamento, depósitos de lixo e inundações.

As informações geradas sobre a degradação das APP e consequentes problemas ambientais podem embasar estudos de ordenamento territorial e ações de planejamento de órgãos e agentes públicos. Além disso, cabe destacar o potencial das geotecnologias na análise do crescimento de áreas urbanizadas e identificação de APP degradadas, sendo um procedimento prático e de baixo custo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M.; PAULA, E. V. DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE TOPO DE MORROS DA BACIA DO RIO SAGRADO (MORRETES-PR), CONFORME DIFERENTES INTERPRETAÇÕES DO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO. **REVISTA GEONORTE**, v. 5, n. 23, p. 309–314, 2014.

AZEVEDO, R. E. S.; OLIVEIRA, V. P. V. Reflexos do novo Código Florestal nas Áreas de Preservação Permanente-APP-urbanas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 29, 2014.

BARROS, H. R. DE. **A relação entre ilha de calor urbana, o uso e cobertura do solo e o balanço de energia no município de São Paulo: avaliação do campo térmico nos parques públicos de lazer**, 2016. Universidade de São Paulo.

BELEM, A. L. G.; NUCCI, J. C. DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA E TECNOLÓGICA (HEMEROBIA) DO BAIRRO SANTA FELICIDADE-CURITIBA PR. **Caminhos de Geografia**, v. 15, n. 51, 2014.

BELIZÁRIO, W. D. A. S. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DE NASCENTES EM ÁREAS URBANAS: UM ESTUDO SOBRE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE APARECIDA DE GOIÂNIA/GO. **Revista Mirante (ISSN 1981-4089)**, v. 8, n. 1, p. 122–148, 2015.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**, p. 1–32, 2012. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm)>. .

BRUN, F. G. K.; LINK, D.; BRUN, E. J. O emprego da arborização na manutenção da biodiversidade de fauna em áreas urbanas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 1, p. 117–127, 2007.

BUFFON, E. A. M. A leptospirose humana no AU-RMC (aglomerado urbano da Região Metropolitana de Curitiba/Pr)-risco vulnerabilidade socioambiental. , 2016.

BUFFON, E. A. M.; PAZ, O. L. DE S. DA; SAMPAIO, T. V. M. Uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (Vant) Para Mapeamento das Vulnerabilidades à Inundação Urbana: Referenciais e Bases de Aplicação. **Geography Department University of Sao Paulo**, , n. spe, p. 180, 2017. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/132547>>. .

CALHEIROS, R. O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. **Preservação e Recuperação de Nascentes (de água e vida)**. Piracicaba: Comitê das Bacias hidrográficas dos rios PCJ-CTRN, 2009.

COSTA, T. C. C., SOUZA, M. G., BRITES, R. S. Delimitação e caracterização de Áreas de Preservação Permanente por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). **Revista Árvore**. Viçosa, MG, v.20, n.1, p.129 - 135, 1996.

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. UFMG. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MPBB-83CPWN>>. .

GUZZO, P. **Estudos dos espaços livres de uso público e da cobertura vegetal em área urbana da cidade de Ribeirão Preto-SP. 1999. 106f**, 1999. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

HORA, S. B. DA; GOMES, R. L. Mapeamento e avaliação do risco a inundação do

Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA. **Sociedade & Natureza (Online)**, v. 21, n. 2, p. 57–75, 2009.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2013.

LEAL, C. E. A era das organizações sustentáveis. **Revista Eletrônica Novo Enfoque da Universidade Castelo Branco**, v. 8, n. 8, p. 1–11, 2009.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. Edusp, São Paulo, p. 33–44, 2000.

MATTOS, A. D. M. DE; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R.; et al. Valoração Ambiental de Áreas de Preservação Permanente da Microbacia do Ribeirão São Bartolomeu no Município de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 347–353, 2007.

MORAES, E. M. L. DE. Sensoriamento Remoto, Princípios e Aplicações. **Editora Blucher, 3ª edição, São Paulo-SP**, p. 4, 2008.

NOWATZKI, A.; PAULA, E. V.; SANTOS, L. J. C. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Sagrado (Morretes/PR) e Avaliação do seu Grau de Conservação. **Gestão Ambiental Portuária: Subsídio para o licenciamento das Dragagens**. 1ª ed., v. 1, p.161–178, 2009. Curitiba: ADEMADAN.

NUNES, F. G. Modelagem Hidrológica e Técnicas de Geoprocessamento na Estimativa da Impermeabilização do Solo e Escoamento Superficial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns - Goiânia (Go). **Ateliê Geográfico**, v. 6, n. 2, p. 55–74, 2012.

NUNES, F. G.; FIORI, A. P.; FIRPO, G. Estimativa de coeficientes de escoamento superficial na bacia hidrográfica do rio Atuba: Curitiba e região metropolitana – Paraná/ Brasil. **Boletim Paranaense de Geociências**, , n. 64–65, p. 27–39, 2011.

OLIVEIRA, A. M. S. **Impactos econômicos da implantação de áreas de preservação permanente na bacia do rio alegre**, 2005. Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: [http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3017/texto\\_completo.pdf?sequence=1](http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3017/texto_completo.pdf?sequence=1).

PAULO, J.; MENEZES, C.; BITTENCOURT, R. P.; et al. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana.

**Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 519–534, 2016.

PAZ, O. L. S. **Relação do litotipo e do relevo com a dimensão das bacias de drenagem de primeira ordem e com a ocorrência de nascentes**, 2015. Universidade Federal do Paraná.

PAZ, O. L. S.; HUNG, M.; WROBLEWSKI, C. A.; PAULA, E. V. ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES (APP) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAGAÇABA (GUARAQUEÇABA/PR) EM TRÊS CENÁRIOS DISTINTOS. XI Simpósio Nacional de Geomorfologia. **Anais...**, 2016.

PAZ, O. L. S.; SAMPAIO, T. V. M. QUALIDADE DE DADOS ESPACIAIS VETORIAIS DISPONIBILIZADOS PARA O ESTADO DO PARANÁ. Anais da XXXII Semana de Geografia da Universidade Estadual de Londrina e do I Encontro de Tecnologias Geográficas e Contemporaneidades. **Anais...** p.365–376, 2016. Londrina.

PEDRON, F. DE A.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C. DE; KAMINSKI, J. Solos urbanos. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1647–1653, 2004. SciELO Brasil.

PERES, R. B. Uso e ocupação do solo e impactos ambientais urbanos. **Cadernos do Cescar. São Carlos: Gráfica e Editora Futura**, p. 173–183, 2011.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; SANTOS OLIVEIRA, A. M.; MARINALDO GLERIANI, J. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p. 203–212, 2005. Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/488/48829204/>>. .

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Editora Garamond, 2000.

SAMPAIO, T. V. M. **Parâmetros morfométricos para melhoria da acurácia do mapeamento da rede de drenagem – uma proposta baseada na análise da Bacia Hidrográfica do Rio Benevente - ES**, 2008. Universidade Federal de Minas Gerais.

SOUSA, M. S.; SAMPAIO, T. V. M. Avaliação da acurácia de bases cartográficas: um estudo de caso da rede de drenagem do estado do Paraná na escala 1:50.000 para a carta MI 2818-4. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. **Anais....** p.6713–6719, 2015.

SPAROVEK, G.; BARRETTO, A.; KLUG, I.; PAPP, L.; LINO, J. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos-CEBRAP**, n. 89, p. 111–135, 2011. SciELO Brasil.

Submetido em 24 de março de 2020

Aprovado em: 14 de maio de 2020

Publicado em: 30 de maio de 2020