

## Dinâmica do uso do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema entre 1995 e 2005

## Dynamics of land use in the Paranapanema River Basin between 1995 and 2005

### RESUMO

Victor Oliveira Silva Gonçalves  
[vgoncalves@alunos.utfpr.edu.br](mailto:vgoncalves@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Jorge Alberto Martins  
[jmartins@utfpr.edu.br](mailto:jmartins@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Anderson Paulo Rudke  
[rudke@alunos.utfpr.edu.br](mailto:rudke@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Esta pesquisa teve como objetivo principal desenvolver mapeamentos de uso e cobertura do solo para uma substancial Área de Estudo na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema (AEBHRP) através de técnicas de sensoriamento remoto, assim como avaliar as mudanças entre os anos de 1995 e 2005. Os dados para a geração dos produtos foram obtidos dos sensores Landsat TM (*Thematic Mapper*) e foi utilizado como classificador supervisionado SVM (*Support Vector Machine*). A classificação dos produtos foi baseada em uma cena para a mesma região (órbita 222 e ponto 76). Foram coletadas ao total 1.137 amostras de treinamento na cena do Landsat, e utilizou-se o método baseado a pixel. Os produtos foram avaliados através do critério estatístico adotado nesta pesquisa, expressos em Força de concordância para Índice Kappa, sendo classificados como “Muito boa” para ambos os anos, atingindo valor de 0,92 para 1995 e 0,83 para 2005. Os resultados mostraram um avanço de áreas agrícolas sobre áreas anteriormente de pastagem e essas por sua vez se deslocando ao norte sobre o bioma Cerrado. A redução das florestas naturais evidencia a substituição de áreas nativas por áreas antrópicas na região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sensoriamento remoto. Cobertura dos solos. Landsat (satélites).

### ABSTRACT

The main objective of this research was to develop a land-use and -cover mapping for the Study Area in the Paranapanema River Basin (AEBHRP, in Portuguese) through remote sensing techniques, as well as to evaluate changes between the years 1995 and 2005. The data used to generate the products was obtained from the Landsat TM (Thematic Mapper) sensor and was further used by a SVM (Support Vector Machine) supervised classifier. The classification took place on a scene for the same region (orbit 222 and point 76). A total of 1,137 training samples were collected within the Landsat scene and we used a pixel-based method. The products were evaluated through a statistical criteria adopted by this research, expressed as strength of agreement based on the Kappa Index; both years were classified as “Very good”, with a value of 0.92 for the year 1995 and 0.83 for 2005. The results showed a substantial advance in agricultural areas over previously pasture areas – i.e., moving north over the Cerrado biome. The reduction of native forests clearly shows evidence that native areas are being replaced by anthropic areas within the region.

**KEYWORDS:** Remote sensing. Land cover. Landsat (satellites).

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas afetam diretamente a vida cotidiana, a exposição e a vulnerabilidade são dinâmicas e variam com o tempo e o espaço, dependendo de fatores socioeconômicos, geográficos, institucionais e de governanças ambientais IPCC (2018). Segundo Ayoade (2004), as mudanças climáticas por variações temporais, ocorrem em razão de três fatores, são eles: (1) a quantidade de energia proveniente do sol absorvida pelo sistema climático; (2) como essa energia varia conforme as superfícies do planeta; e (3) como sucedem as interações dos processos entre outros componentes do sistema climático. Ainda segundo o autor, as ações antropogênicas, tais como: desmatamento, atividades agrícolas, drenagem e construções artificiais, estão vinculados às mudanças climáticas, especialmente aquelas relacionadas ao aumento de temperatura e a redução de precipitações em escala local.

Loosvelt (2013) menciona os modelos hidrológicos, no qual os parâmetros de cobertura do solo determinam a troca de energia e umidade entre a superfície do solo e a atmosfera. A definição desses parâmetros pode impactar diretamente a evapotranspiração, escoamento e infiltração no solo atribuídas pelo modelo. Assim sendo, a investigação da cobertura do solo é de grande importância para a sociedade, especialmente no Brasil, que é um país com enorme potencial hidrológico (o país detém cerca de 12% de toda água doce do planeta ANA (2019)).

Neste contexto está inserida a Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema (BHRP). O rio que nasce na Serra de Agudos Grandes (SP) e percorre 929 km até sua foz no rio Paraná, possui uma população estimada em cerca de 4,6 milhões de habitantes, dados do CBH-Paranapanema (2016). Atualmente, a BHRP não apresenta problemas substanciais de disponibilidade hídrica segundo o DAEE (2012). No entanto, de acordo com a ANA/MMA (2014) há locais na bacia que enfrentam problemas de disponibilidade, devido às altas demandas. Além disso, processos erosivos e de assoreamento são observados ao longo da bacia e estão associados ao uso e ocupação inadequado do solo. Devido à densidade demográfica, a região está susceptível a potenciais mudanças na cobertura do solo, que estão consequentemente atrelados a possíveis mudanças climáticas SHR/MMA (2006). Rudke (2018) aponta um avanço significativo das áreas agrícolas na região do baixo e médio Paranapanema no ano de 2015, em comparação a mesma região no ano de 1985 e um aumento na urbanização nos eixos norte paranaense atribuídos as cidades de Londrina, Maringá e Cascavel.

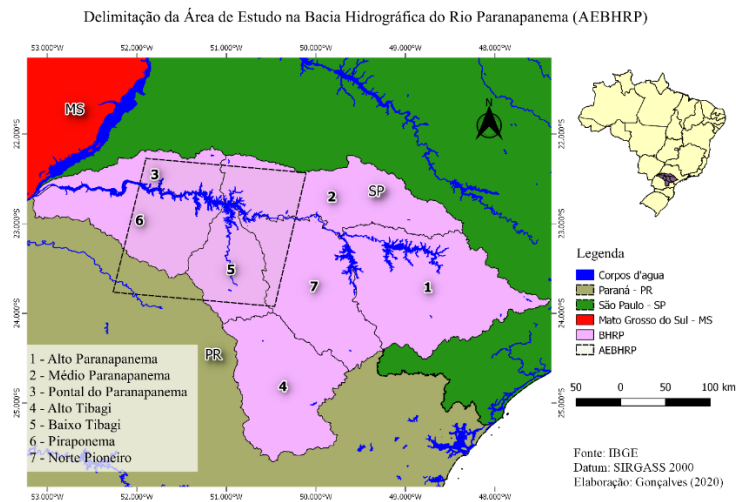
Considerando as elucidações, o presente estudo visa desenvolver um mapeamento da cobertura do solo com resolução espacial de 30m para uma Área de Estudo na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema (AEBHRP). Em termos mais específicos, o trabalho visa o desenvolvimento de dados de cobertura do solo para os anos de 1995 e 2005 e, propõe-se, avaliar mudanças temporais na cobertura do solo entre os anos de 1995 a 2005.

## MATERIAL E MÉTODOS

A BHRP é uma das sub-bacias da bacia hidrográfica do Rio Paraná, detendo 11,6% da área da bacia. Seu talvegue, o Rio Paranapanema, é um dos principais afluentes do Rio Paraná e serve como o divisor natural entre os Estados de São

Paulo e Paraná SRH/MMA (2006). A BHRP destaca-se por seu potencial agrícola, em especial, devido a disponibilidade de recursos hídricos e a qualidade dos solos ANA/MMA (2014). A BHRP está dividida em 7 microbacias (Figura 1) estando em 49% no Estado de São Paulo e 51% da área total da bacia no Estado do Paraná DAEE (2012). A Área de Estudo na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema (AEBHRP) compreende uma das cenas do satélite Landsat quase inteiramente inserida na BHRP (Figura 1).

Figura 1 – Área de Estudo na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná Paranapanema (AEBHRP)



Fonte: Autoria própria (2020).

O conjunto de dados para realizar a classificação e gerar os mapas de cobertura do solo para os anos de 1995 e 2005 foi adquirido através do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), foram utilizadas imagens do Nível 2 do sensor TM (*Thematic Mapper*), acoplado ao satélite Landsat 5. Ambas as cenas possuem a mesma órbita e ponto, cujo são correspondidas por 222 e 76, respectivamente. Para o mapeamento de 1995 e 2005 foram escolhidas cenas nas datas de 10 de dezembro e 14 de julho respectivamente, datas diferentes pelo fato de possuir nuvens na mesma, dificultando a classificação das cenas, devido a isto a aquisição das cenas não foram na mesma data, preferenciando a não presença de nuvens nas cenas.

O sensor TM possui sete bandas espectrais que mapeiam o globo terrestre na faixa de 450 a 2350 nm. Como nos trabalho de Gong et al, (2013) e Yu et al, (2013) foram utilizadas seis bandas, sendo do comprimento visível composição RGB (vermelho, verde e azul), infravermelho de ondas curtas (SWIR 1 e 2) e infravermelho próximo (NIR), a banda termal não foi utilizada devido sua menor resolução espacial (120m).

O sistema de classificação da cobertura do solo proposto para a AEBHRP contém classes representadas por áreas naturais, áreas antrópicas e corpos d'água superficiais, representadas pelas seguintes classes temáticas no nível 1: floresta (10); agricultura (20); pastagem (30); água (40); urbano (50) e solo exposto (60), e, pelas classes temáticas de nível 2: floresta plantada (11); agricultura em transição (21); vegetação frutífera (22) e área de mineração (61). As amostras de treinamento foram coletadas seguindo os dois níveis de classificação temática, no

entanto, para gerar os mapas de cobertura do solo agrupou-se os níveis 1 e 2 conforme a classe correspondente.

Para Gong et al, (2013) a coleta representativa de amostras de treinamento é a etapa mais demorada e trabalhosa do mapeamento da cobertura do solo. As amostras de treinamento foram coletadas manualmente. Neste processo, a composição de bandas (R5, G4 e B3) foi a principal fonte visual de coleta. Além da composição de bandas, foram observados imagens de alta resolução (Google Earth) e perfis de NDVI<sup>1</sup> para a coleta das amostras de treinamento do ano 2005. Como imagens de alta resolução (Google Earth) e os perfis de NDVI não estão disponíveis para o ano de 1995, apenas a composição de bandas foi utilizada na coleta de amostra de treinamento para o ano de 1995. Para desenvolver os produtos de cobertura do solo, foram coletadas ao total 1.137 amostras de treinamento, sendo 574 para o ano de 1995 e 563 para o ano de 2005.

A metodologia de classificação de imagens teve como base os estudos de Rudke et al, (2019 e 2020), onde seus resultados sustentam a aplicabilidade da metodologia, que baseia-se em uma classificação supervisionada com a utilização do *Support Vector Machine* (SVM), através do software QGIS. De acordo com estudos anteriores de Gong et al, (2013) e Chen et al, (2015), SVM vem sendo amplamente utilizado para a classificação supervisionada de imagens e apresentando resultados mais precisos. Durante os estudos de Rudke et al, (2019) não foram encontradas diferenças significativas entre a classificação baseada em pixels ou orientada a objetos, assim optou-se pela classificação baseada em pixels. Com base nos procedimentos metodológicos acima descritos, a classificação foi realizada no plugin de classificação de imagens Ofeo TollBox (OTB) do software QGIS.

A validação do mapeamento de cobertura do solo busca aferir os erros e calcular a acurácia do produto classificado. Este processo foi realizado através do próprio software de classificação, o OTB. Neste, a acurácia é estipulada por meio de validação cruzada (*cross-validation*). Na validação cruzada o conjunto de amostras coletadas é dividido em dois subconjuntos; um para treinamento e outro para validação Kohavi (1995). Com base nas amostras de validação é possível realizar diversos cálculos estatísticos que inferem a qualidade do mapeamento, dentre os quais os mais conhecidos e empregados são o índice Kappa e a Precisão Global. Ambos os cálculos são realizados com base na matriz de erros, que é uma matriz quadrada composta por linhas (referência) e colunas (classificação), no qual são expressos os acertos e erros do mapeamento Congalton (1991) e Story (1986).

Tabela 1 – Grau de exatidão da classificação de acordo com valor do Índice Kappa

Valor do Kappa	Força de Concordância
< 0,20	Pobre
0,21 – 0,40	Fraca
0,41 – 0,60	Moderada
0,61 – 0,80	Boa
0,81 – 1,00	Muito boa

Fonte: Aniekan (2012).

<sup>1</sup> NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), disponibilizado pelo Sistema Análise Temporal de Vegetação (SATVeg), software online, disponível em: <https://www.satveg.cnptia.embrapa.br/satveg/login.html>

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Seguindo a metodologia apresentada para esta pesquisa, a área de estudo foi mapeada mediante a interpretação visual e classificação de imagens (Figura 2), criando classes de cobertura conforme exposto anteriormente. Os produtos serão descritos abaixo como: AEBHRP-95 e AEBHRP-05 uma referência aos anos base utilizados nas classificações (1995 e 2005). E atingiram 0,92 para o ano de 1995 e 0,83 para 2005, classificados como “Muito boa” para índice Kappa (Tabela 1). A matriz de confusão apresenta os acertos e erros das classes amostras, esta confere a precisão dos produtos gerados para ambos os anos de estudo, e estão demonstrados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Matriz de confusão de 1995 utilizada para avaliação do índice Kappa pelo OTB

Matriz de confusão (1995)								
	10	11	20	21	22	30	40	60
10	<b>3508</b>	23	72	1	10	9	0	0
11	47	<b>3528</b>	2	9	31	5	1	0
20	73	0	<b>3346</b>	24	133	42	0	5
21	8	8	65	<b>2996</b>	337	95	0	114
22	1	13	81	123	<b>3308</b>	30	0	67
30	2	0	32	18	3	<b>3563</b>	0	5
40	0	1	1	0	2	0	<b>3617</b>	2
60	6	0	53	232	165	35	1	<b>3131</b>

Fonte: Autoria própria (2020).

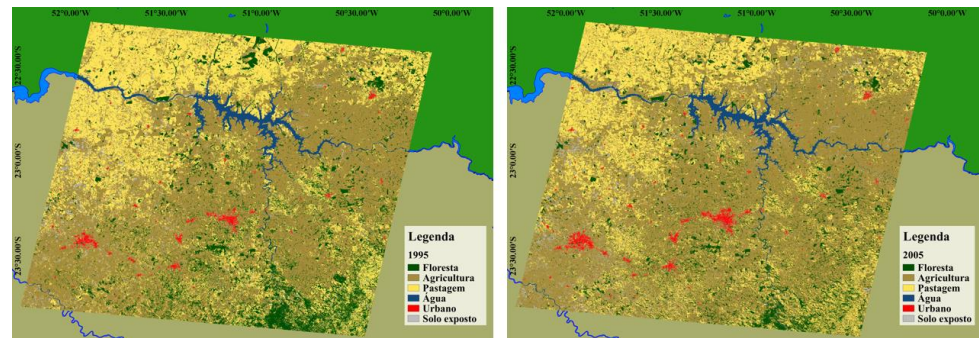
Tabela 3 – Matriz de confusão de 2005 utilizada para avaliação do índice Kappa pelo OTB

Matriz de confusão (2005)								
	10	11	20	21	22	30	40	60
10	<b>4222</b>	418	77	19	432	1	0	3
11	300	<b>4325</b>	20	16	509	0	0	2
20	73	23	<b>4827</b>	18	115	112	0	4
21	2	2	31	<b>4263</b>	211	245	0	418
22	636	655	115	178	<b>3553</b>	5	1	29
30	4	3	64	154	8	<b>4933</b>	0	6
40	0	1	0	3	0	0	<b>5165</b>	3
60	3	2	11	808	111	72	8	<b>4157</b>

Fonte: Autoria própria (2020).

Nota-se que nas matrizes apresentadas acima, não se encontra a classe urbano (50), justamente pela metodologia adotada, na qual esta classe é classificada a partir de uma máscara gerada a partir do mapeamento de áreas urbanas de Esch et al. (2013). A máscara constitui em uma camada vetorial com 1 km de *Buffer* do arquivo *Global Urban Footprint*, mapeamento mundial de assentamentos com resolução especial de 0,4 arcseg (~12m) realizado para o ano de 2013. Dessa forma, no intuito de evitar maiores confusões com outras classes, como por exemplo a do solo exposto.

Figura 2 – Classificação de uso e cobertura do solo gerado para 1995 e 2005



Fonte: Autoria própria (2020).

No produto gerado para o ano de 95 (AEBHRP-95), o produto de cobertura do solo apresentou como principal característica uma forte aptidão agropecuária da região (Figura 2). No geral, grande parte da área de estudo está coberta pelas classes de Pastagem e Agricultura, que abrangem 27,51% (8.549,37 km<sup>2</sup>) e 54,47% (16.925,05 km<sup>2</sup>) da região. A classe de Pastagem predomina na porção paulista no Pontal do Paranapanema (3) e um ao nordeste do Piraponema (6), além dessas regiões, a classe encontra-se distribuída em mosaicos ao longo da região. A classe Agricultura está distribuída em todas microbacias, mas o principal eixo que evidencia o domínio da classe parte do Leste do Piraponema (6) em direção ao Oeste do Médio Paranapanema (2). Embora menos abundante, as áreas naturais (Floresta) atingem 11,93% (3.707,02 km<sup>2</sup>) da cobertura total, esses fragmentos florestais são essencialmente originários do bioma Mata Atlântica MMA (2007). A classe Floresta é predominante na região sul do Baixo Tibagi (5) e distribuídas ao longo da área de estudo em pequenas parcelas entre Pastagem, Agricultura e margeando os principais afluentes do Rio Paranapanema. No ano de 1995 a classe Água cobre 2,40% (746,23 km<sup>2</sup>), tornando-se mais evidente próximo a foz do rio Paranapanema em razão do barramento da Usina Hidrelétrica de Rosana, concluída em 1987. A classe Urbano representa 0,63% (195,16 km<sup>2</sup>), sendo mais presente na vertente paranaense. A classe Solo exposto é representada por 3,06% (950,72 km<sup>2</sup>), uma área que está superestimada devido a confusões com a classe Agricultura em transição (Figura 2). Este erro é comum e ocorre devido ao classificador confundir as classes com comportamento espectral semelhante, especialmente em períodos de seca, no qual a cena foi adquirida.

Para o produto AEBHRP-05, a distribuição espacial das classes mantém-se preponderantes, Agricultura e Pastagem, assim como para o produto anterior (Figura 2). Entretanto, houve um avanço nas áreas da classe Agricultura, que passou a cobrir então 61,95% (19.249,95 km<sup>2</sup>) da área de estudo. Em contrapartida foi observado uma redução nas áreas da classe Pastagem, que em 2005 passa a representar 22,28% (6.922,39 km<sup>2</sup>) da cobertura total. Observa-se também um alargamento do eixo transversal com atividades agrícolas intensas, principalmente nos arredores da calha do rio Paranapanema e em menor intensidade no Baixo Tibagi (5). Além disso, o Pontal do Paranapanema (3) e Médio Paranapanema (2), que antes eram cobertos essencialmente por Pastagem, passam deter mosaicos de atividades agrícolas. Assim como para o produto AEBHRP-95, a terceira classe dominante permanece sendo à Floresta, ocupando 8,81% (2.736,71 km<sup>2</sup>) da cobertura total. Embora seja uma classe dominante, observou-se uma redução considerável em comparação com o produto do ano de 1995. Essa redução foi mais

evidente ao sul do Baixo Tibagi (5), onde a classe passou a ser representada por mosaicos de agricultura e pastagem, permanecendo-se apenas alguns poucos fragmentos remanescentes de Floresta. As demais classes não tiveram aumento expressivo. A classe Água se manteve praticamente igual, área de 746,53 km<sup>2</sup> (2,40%). A classe Urbano teve um aumento de 0,3% em 2005 (0,93% - 289,90 km<sup>2</sup>), avanço dado principalmente na porção paranaense da área estudada, nos municípios de Londrina, Cambé, Araongas, Apucarana e Maringá, na porção paulista nota-se o avanço do município de Assis, como observado na Figura 2. A confusão entre as classes Solo exposto e Agricultura permaneceu para o mapeamento de 2005, que apresentou área de 1.128,69 km<sup>2</sup> (3,63%).

Ao longo da década estudada apenas 35,01% (10.880,35 km<sup>2</sup>) permaneceu sem alterações, sendo a maior parte representada por áreas agrícolas. A área em estudo é classificada com uma região de intensa ação antrópica, principalmente por uso agropecuário SRH/MMA (2006), o que está em concordância com o presente estudo. Por fim, como as mudanças na cobertura do solo podem afetar o clima e impactar negativamente o escoamento e permeabilidade da água, afetando o ciclo hidrológico, é de extrema importância considerar essas variações interanuais, que estão ligadas a fatores sociais, culturais e econômicos de uma sociedade.

## CONCLUSÃO

Os produtos desenvolvidos nesta pesquisa (AEBHRP-95 e AEBHRP-05) obtiveram grau de exatidão considerado como “Muito bom” (valor do índice Kappa 0,92 para AEBHRP-95 e 0,83 AEBHRP-05). Desta forma, de acordo com a literatura para os índices de exatidão, o SVM mostrou-se uma ferramenta robusta para a classificação supervisionada. Ambos os produtos gerados, representaram a paisagem de forma satisfatória, com exceção da classe Solo Exposto, que apresentou algumas falhas devido a confusões espectrais. Quanto as mudanças na cobertura do solo, a variação mais expressiva está relacionada ao avanço da classe Agricultura ao longo dos anos. A classe que em 1995 representava 54,47% da AEBHRP passou a abranger 61,95% da cobertura total em 2005. Em contrapartida, a classe Pastagem sofreu reduções de área no decorrer da década. A classe cobria pouco mais de um quarto da bacia em 1995 (27,51%) e foi reduzida a 22,28% em 2005. Essas variações mostram uma tendência no deslocamento das áreas de agricultura para o norte da região, que fizeram com que as áreas de pastagem se deslocassem em direção ao norte da área de estudo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Fundação Araucária pelo auxílio financeiro, possibilitando a realização desta pesquisa. Agradeço o meu orientador Prof. Dr. Jorge Alberto Martins por me indicar esse projeto e um agradecimento especial para o Ms. Anderson Paulo Rudke por todos ensinamentos e apoio, do início ao fim da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ANA (Agência Nacional da Águas). **O Brasil tem cerca de 12% das reservas mundiais de água doce do planeta.** – 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/brasil-tem-cerca-de-12-das-reservas-mundiais-de-a.2019-03-15.1088913117>>. Acesso em: 26 jun. 2020.

ANA/MMA (Agência Nacional da Águas/Ministério do Meio Ambiente). **UGRH PARANAPANEMA.** – 2014. Disponível em: <<https://paranapanema.org/plano/admin/upload/documento/64.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

ANIEKAN EYOH; OLAYINKA, D. N.; NWILO, P.; OKWUASHI, O.; ISONG, M.; UDOUDO, D. Modelling and Predicting Future Urban Expansion of Lagos, Nigeria from Remote Sensing Data Using Logistic Regression and GIS. **International Journal of Applied Science and Technology**, v. 2, n. 5, p. 116–124, 2012.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** Tradução: Maria Juraci Zani dos Santos. 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p 212, 2004.

CARDONA, O.D., M.K. VAN AALST, J. BIRKMANN, M. FORDHAM, G. MCGREGOR, R. PEREZ, R.S. PULWARTY, E.L.F. SCHIPPER, AND B.T. SINH, 2012: Determinants of risk: exposure and vulnerability. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 65-108.

CBH-PARANAPANEMA, (Comitê da Bacia Hidrográfica - Paranapanema). **Dia do Rio Paranapanema é comemorado em 27 de agosto.** - 2016. Disponível em: <<https://paranapanema.org/dia-do-rio-paranapanema-e-comemorado-em-27-de-agosto/>>. Acesso em: 26 jun. 2020.

CHEN, J.; CHEN, J.; LIAO, A.; CAO, X.; CHEN, L.; CHEN, X.; HE, C.; HAN, G.; PENG, S.; LU, M.; ZHANG, W.; TONG, X.; MILLS, J. Global land cover mapping at 30 m resolution: A POK-based operational approach. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 103, p. 7–27, 2015

CONGALTON, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v. 37, n. 1, p. 35–46, 1991.

DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica). **DAEE integra Comitê da Bacia Paranapanema.** - 2012. Disponível em: <[http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6](http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=6)>



[73:daee-integra-comite-da-bacia-do-paranapanema&catid=48:noticias&Itemid=53](https://www.utfpr.edu.br/sei2020/paranapanema&catid=48:noticias&Itemid=53)>. Acesso em: 20 ago. 2020.

ESCH, T.; MARCONCINI, M.; FELBIER, A.; ROTH, A.; HELDENS, W.; HUBER, M.; SCHWINGER, M.; TAUBENBOCK, H.; MULLER, A.; DECH, S. Urban footprint processor-Fully automated processing chain generating settlement masks from global data of the TanDEM-X mission. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, v. 10, n. 6, p. 1617–1621, 2013.

GONG, P.; WANG, J.; YU, L.; ZHAO, Y.; ZHAO, Y.; LIANG, L.; NIU, Z.; HUANG, X.; FU, H.; LIU, S.; LI, C.; LI, X.; FU, W.; LIU, C.; XU, Y.; WANG, X.; CHENG, Q.; HU, L.; YAO, W.; ZHANG, H.; ZHU, P.; ZHAO, Z.; ZHANG, H.; ZHENG, Y.; JI, L.; ZHANG, Y.; CHEN, H.; YAN, A.; GUO, J.; YU, L.; WANG, L.; LIU, X.; SHI, T.; ZHU, M.; CHEN, Y.; YANG, G.; TANG, P.; XU, B.; GIRI, C.; CLINTON, N.; ZHU, Z.; CHEN, J.; CHEN, J. Finer resolution observation and monitoring of global land cover: first mapping results with Landsat TM and ETM+ data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 34, n. 7, p. 2607–2654, 2013.

KOHAVI, R. 1995. A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. **IJCAI**, p. 1137–1145.

LOOSVELT, L. Assessment of uncertainty in land surface characterization and implications for spatially distributed hydrological modelling. 2013. **Ghent University**, p 8-9, 2013.

Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. – Brasília: MMA, 2007. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007.** p. : il. color. ; 29 cm. (Série Biodiversidade, 31). Disponível em:

<[https://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/biodiversidade31.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/biodiversidade31.pdf)>.

Acesso em: 26 jun. 2020.

RUDKE, A. P. **DINÂMICA DA COBERTURA DO SOLO PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO PARANÁ.** Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. PPGA, Câmpus: Apucarana/Londrina, 2018.

RUDKE, A.P., FUJITA, T., ALMEIDA, D.S. DE, EIRAS, M.M., XAVIER, A.C.F., RAFEE, S.A.A., SANTOS, E.B., MORAIS, M.V.B. DE, MARTINS, L.D., SOUZA, R.V.A. DE, SOUZA, R.A.F., HALLAK, R., FREITAS, E.D. DE, UVO, C.B., MARTINS, J.A., 2019. Land cover data of Upper Parana River Basin, South America, at high spatial resolution. **Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.** **83**, 101926.

<https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.101926>

RUDKE, A.P., FUJITA, T., ALMEIDA, D.S. DE, EIRAS, M.M., XAVIER, A.C.F., RAFEE, S.A.A., SANTOS, E.B., MORAIS, M.V.B. DE, MARTINS, L.D., SOUZA, R.V.A. DE, SOUZA, R.A.F., HALLAK, R., FREITAS, E.D. DE, UVO, C.B., MARTINS, J.A., 2020. Mapping the past landscape of the Upper Paraná River Basin using Landsat data. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**. Em revisão.

SRH/MMA (Secretaria de Recursos Hídricos/Ministério do Meio Ambiente). **Paraná caderno da região hidrográfica**. BRASÍLIA – DF: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, 2006.

STORY, M.; CONGALTON, R. G. Accuracy assessment: a user's perspective. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 52, n. 3, p. 397–399, 1986.

YU, L.; WANG, J.; GONG, P. Improving 30 m global land-cover map FROM-GLC with time series MODIS and auxiliary data sets: a segmentation-based approach. **International Journal of Remote Sensing**, v. 34, n. 16, p. 5851–5867, 2013.