



## ANÁLISE RELAÇÃO ESPACIAL ENTRE O USO E COBERTURA DA TERRA COM A SUPERFÍCIE HÍDRICA NA APA ITUPARARANGA

Gabriela Gomes<sup>1</sup>  
Gabriel Campos de Oliveira<sup>2</sup>  
Liliane Moreira Nery<sup>3</sup>  
Arthur Pereira dos Santos<sup>4</sup>  
Ana Laura de Paula<sup>5</sup>  
Darllan Collins da Cunha e Silva<sup>6</sup>

### Recursos Hídricos e Qualidade da Água

#### Resumo

The Conservation Units are extremely important, as they guarantee the preservation of watercourses, fauna, flora and also preserve the local and regional climate, such as the rainy season and air humidity. Understanding the influences of land use and land cover change on water availability can play an important role in better management of water resources. Therefore, the objective of this study is to evaluate the relationship of changes in land use and land cover over the water surface in the Environmental Protection Area of Itupararanga with an interval of 7 years, between the years 1986 and 2020 through a Multiple Linear Regression (MLR) analysis and Person's Correlation test. The non-vegetated area class stood out as the one that had a significant and growing increase over the studied historical series. The adjusted  $R^2$  value of the MLR was 0.803, showing that the linear model explains 80.3% of the variance of the dependent variable based on the predictors, concluding that the increase in urban areas within the APA contributed to the reduction of water resources.

**Palavras-chave:** Análise estatística, Uso e Cobertura da Terra, Área de Proteção Ambiental, Recursos Hídricos.

---

<sup>1</sup> Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, gabriela.gomes98@unesp.br

<sup>2</sup> Engenheiro Ambiental, Universidade de Sorocaba, gabriel\_dco@hotmail.com

<sup>3</sup> Doutoranda em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, liliane.nery@unesp.br

<sup>4</sup> Doutorando em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, arthur.p.santos@unesp.br

<sup>5</sup> Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, al.paula@unesp.br

<sup>6</sup> Prof. Dr. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, darllan.collins@unesp.br



## INTRODUÇÃO

As Unidades de Conservação (UCs) são de extrema importância, pois garante a preservação dos cursos hídricos, da fauna, flora e preservam também o clima local e regional, como o período de chuvas e a umidade do ar (BRITTO, 2021). Dentre as Unidades de conservação, destaca-se a Área de Proteção Ambiental (APA), que é caracterizada como uma extensa área natural, com certo grau de ocupação humana, destinada a proteção e conservação dos atributos importantes para a qualidade de vida humana e de todo um ecossistema (SIMONETTI et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2022).

As mudanças no uso e cobertura da terra (UCT) ligada aos fatores humanos, como perda agrícola, superexploração de florestas e urbanização causou escassez de recursos naturais, incluindo perdas de biodiversidade em todo o globo (TWISA et al., 2020). Os recursos hídricos se encontram ameaçados pelo aumento populacional e da expansão urbana. Isso ocorre devido ao crescimento populacional, à expansão da agricultura, ao processo de industrialização e ao aumento de renda (CASTRO, 2021), levando a uma demanda crescente de água potável e exacerbando a escassez de recursos hídricos (BUONO, 2018; SILVA et al., 2021).

Entender as influências da mudança no uso e cobertura da terra sobre a disponibilidade hídrica pode ter um papel importante para uma melhor gestão dos recursos hídricos. Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar a relação das mudanças no uso e cobertura da terra sobre a superfície hídrica na Área de Proteção Ambiental de Itupararanga (APA Itupararanga) com intervalo de 7 anos, entre os anos de 1986 e 2020.

## METODOLOGIA

A área de estudo, APA Itupararanga (Figura 1), criada pela Lei Estadual nº 10.100, de 01 de dezembro de 1998 e alterada pela Lei Estadual 11.579 de 02 de dezembro de 2003 está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10), e compreende os municípios de Alumínio, Cotia, Ibiúna, Mairinque, Piedade, São Roque, Vargem Grande Paulista e Votorantim.

Realização

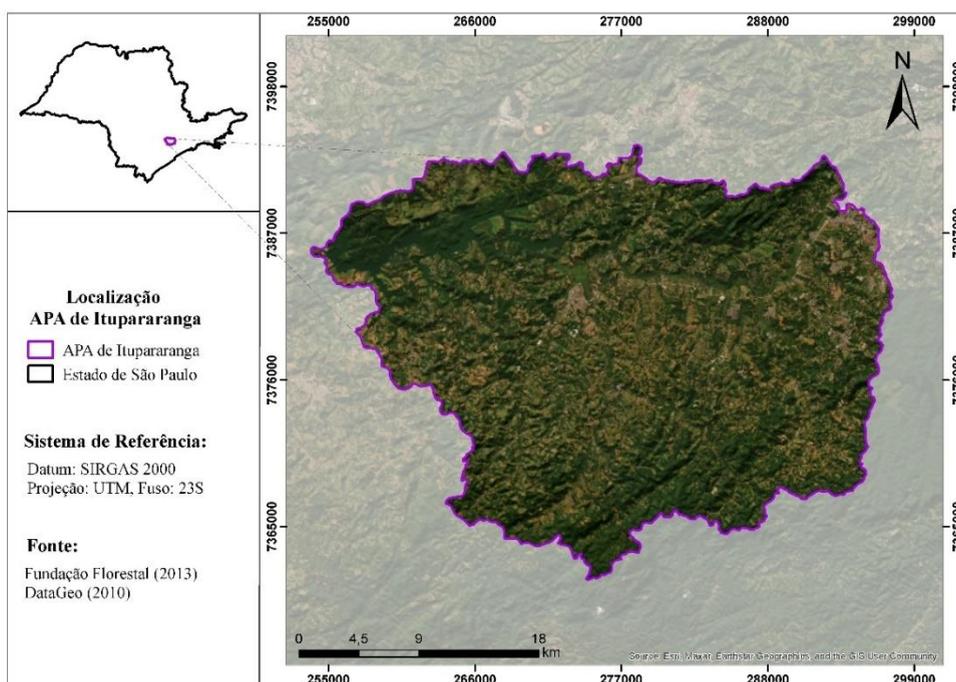


Figura 1. Localização APA Itupararanga.  
 Fonte: Elaboração própria.

A represa, administrada pela Companhia Brasileira de Alumínio – CBA, está localizada no alto curso do rio Sorocaba com uma área de drenagem de 936,51 km<sup>2</sup>, a qual é responsável pelo abastecimento dos municípios de Sorocaba (74% do consumo), Votorantim (92%), Ibiúna (100%) e São Roque (32%) (SIMONETTI et al., 2019).

A região tem um clima caracterizado por um verão chuvoso e um inverno seco, com uma média anual de precipitação de 1.492 mm. Janeiro é o mês mais chuvoso, com 248 mm, enquanto agosto é o mais seco, com apenas 43 mm de chuva. A vegetação predominante é composta de Floresta Ombrófila Densa (SIMONETTI et al., 2019).

Para o mapeamento das classes de UCT e Superfície Hídrica (SH) foram utilizadas as bases disponibilizadas pela plataforma MapBiomias ([www.mapbiomas.org](http://www.mapbiomas.org)), que produzem o mapeamento anual da cobertura e uso da terra e superfície de água, com dados a partir de 1985 por meio de mosaicos do Landsat com resolução de 30 metros.

Os dados de UCT e SH, obtidos por meio da plataforma MapBiomias, são das coleções 7 e 1, respectivamente. Os mapas foram produzidos utilizando intervalos de 7 anos para os seguintes intervalos de tempo: 1986, 1993, 2000, 2007, 2014 e 2020. A escolha do



último ano, sendo este 2020, se dá em razão pela plataforma disponibilizar os dados de superfície hídrica até o ano de 2020.

Foram utilizados métodos estatísticos para avaliar a possível relação da Superfície Hídrica com as mudanças no Uso e Cobertura da Terra. Para isso, a Superfície Hídrica foi considerada a variável dependente, enquanto as classes de UCT foram consideradas as variáveis independentes. Para essa análise foi utilizado o modelo Regressão Linear Múltipla (RLM) em conjunto com um teste de Multicolinearidade. Segundo Gujarati e Porter (2011), a multicolinearidade serve para avaliar a existência de uma relação linear perfeita ou não entre algumas ou todas as variáveis independentes de um modelo de regressão. Por fim, o teste de Correlação de Person foi aplicado às variáveis para analisar a correlação entre elas. As análises estatísticas foram elaboradas por meio do *software* Jamovi 2.3.21.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra as classe de UCT identificadas na APA entre 1986 e 2020.

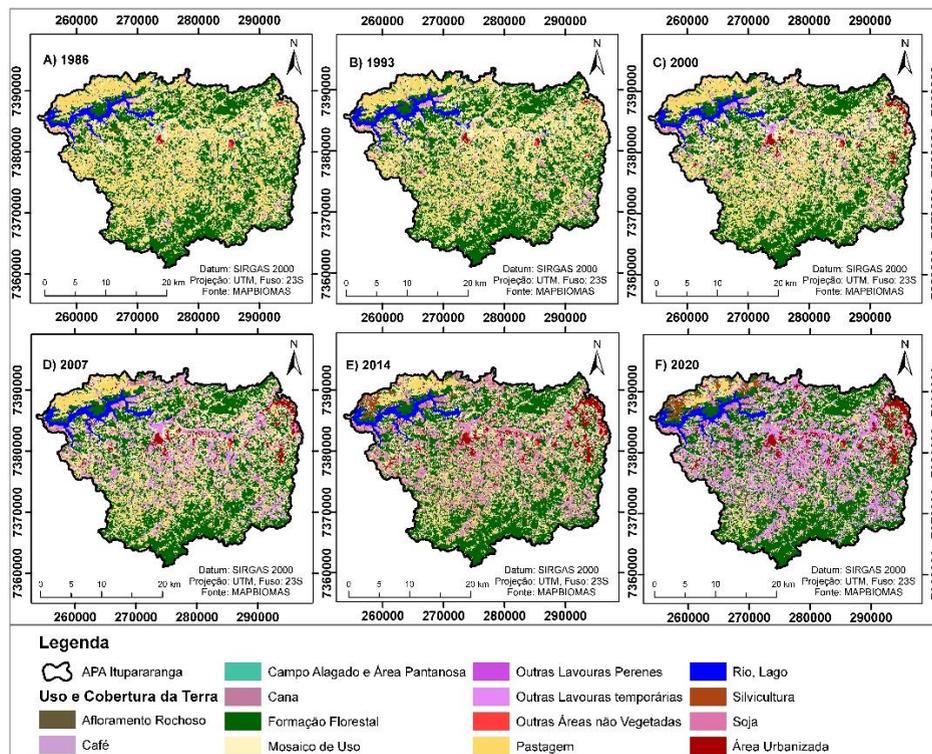


Figura 2. Uso e Cobertura da Terra na APA Itapararanga.

Fonte: Elaboração própria.

Realização



Foram identificadas as seguintes classes de UCT (Figuras 2) nos intervalos analisados: Afloramento Rochoso, Área Urbanizada, Café, Campo Alagado e Área Pantanosa, Cana, Formação Florestal, Mosaico de Usos, Outras Áreas não Vegetadas, Outras Lavouras Temporárias, Outras lavouras Perenes, Pastagem, Silvicultura, Soja e Rios e Lagos, sendo esta última classe parte da Superfície Hídrica (Figuras 3). As classes de cobertura e uso da terra e paleta de cores utilizada foram seguidas de acordo com a nomenclatura da plataforma MapBiomias.

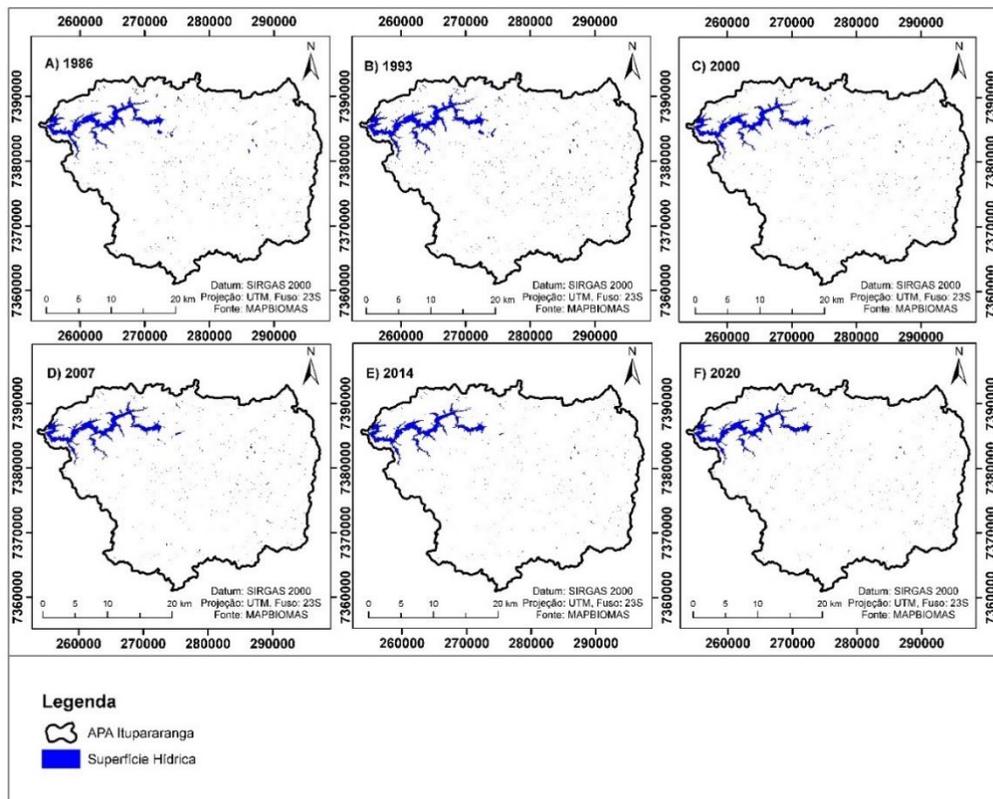


Figura 3. Mapeamento da Superfície Hídrica.

Fonte: Elaboração própria.

Analisando espacialmente os mapas, é evidente que houve um crescimento significativo de algumas classes, mais do que outras, destacando-se principalmente a Área Urbana e Outras Lavouras Temporárias. Em contrapartida, algumas se destacam por haver uma redução mais considerável, como a pastagem, enquanto a classe de Mosaicos de Usos tem um significativo aumento até o ano 2000 e em seguida uma redução até o ano de 2020, e a classe de Formação Florestal, onde houve um aumento de 1986 até 1993, em seguida uma diminuição até 2000 e por fim um crescimento novamente até 2020. O Quadro 1

Realização



mostra as classes de UCT na APA Itupararanga, durante os intervalos analisados, e suas respectivas áreas ocupadas em km<sup>2</sup> e porcentagem (%).

Quadro 1. Uso e Cobertura da Terra na APA Itupararanga em km<sup>2</sup> e %

UCT	1986		1993		2000	
	Área (km <sup>2</sup> )	(%)	Área (km <sup>2</sup> )	(%)	Área (km <sup>2</sup> )	(%)
Afloramento Rochoso	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01
Área Urbanizada	1,84	0,20	2,71	0,29	19,47	2,08
Café	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,03	<0,01
Campo Alagado e Área Pantanosa	1,72	0,18	0,66	0,07	0,38	0,04
Cana	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01
Formação Florestal	357,92	38,15	375,43	40,01	355,83	37,92
Mosaico de Usos	212,31	22,63	238,68	25,44	260,89	27,80
Outras Áreas não Vegetadas	5,66	0,60	5,08	0,54	1,88	0,20
Outras Lavouras Temporárias	21,19	2,26	33,44	3,56	48,56	5,18
Pastagem	305,06	32,51	243,40	25,94	210,99	22,49
Silvicultura	0,91	0,10	0,98	0,10	1,08	0,12
Soja	0,52	0,06	2,91	0,31	8,90	0,95
Superfície Hídrica	29,63	3,16	34,13	3,64	27,31	2,91
	2007		2014		2020	
UCT	Área (km <sup>2</sup> )	(%)	Área (km <sup>2</sup> )	(%)	Área (km <sup>2</sup> )	(%)
Afloramento Rochoso	0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,02	<0,01
Área Urbanizada	28,23	3,01	37,91	4,04	43,15	4,60
Café	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,02	<0,01
Campo Alagado e Área Pantanosa	0,14	0,01	0,09	0,01	0,11	0,01
Cana	0,01	<0,01				
Formação Florestal	356,78	38,02	373,99	39,86	369,58	39,39
Mosaico de Usos	215,33	22,95	180,76	19,26	161,68	17,23
Outras Áreas não Vegetadas	2,01	0,21	2,07	0,22	2,46	0,26
Outras Lavouras Temporárias	130,06	13,86	183,57	19,56	224,41	23,92
Pastagem	161,71	17,23	104,82	11,17	71,56	7,63
Silvicultura	0,96	0,10	11,46	1,22	18,53	1,97
Soja	12,77	1,36	14,75	1,57	19,14	2,04
Superfície Hídrica	27,95	2,98	25,16	2,68	25,09	2,67
Outras Lavouras Perenes					0,01	<0,01

Fonte: Elaboração própria.

Durante a análise espaço-temporal de 1986 até 2020, o uso e cobertura da terra na APA mudou consideravelmente (Quadro 1), com destaque para as classes de Outras Lavouras Temporárias e Pastagem como as que obtiveram maior crescimento e redução, respectivamente. Nota-se também o desaparecimento da classe Cana a partir de 2014 e o aparecimento de uma nova classe em 2020, sendo essa denominada Outras Lavouras Perenes (<0,01%). As classes Afloramento rochoso e Café não obtiveram crescimento ou redução significativa.



Para a análise de Regressão Linear Múltipla (RLM) as classes de UCT foram agrupadas em 4 novas classes seguindo a própria classificação da plataforma MapBiomass. O Quadro 2 apresenta as novas classes e as subclasses pertencentes.

Quadro 2 – Reclassificação do Uso e Cobertura da Terra

Classe	Subclasses
Floresta	Formação Florestal
Formação Natural não Florestal	Afloramento Rochoso Campo Alagado e Área Pantanosa
Área não Vegetada	Área Urbanizada Outras Áreas não Vegetadas
Agropecuária	Café Cana Mosaicos de Usos Outra Lavouras Temporárias Pastagem Silvicultura Soja Outras Lavouras Perenes

Fonte: Elaboração própria.

A Superfície Hídrica foi considerada como a variável dependente e as novas classes de UCT, sendo essas Floresta, Formação Natural não Florestal, Área não vegetada e Agropecuária, como as variáveis independentes, a Tabela 1 apresenta os valores obtidos na RLM.

Tabela 1. Coeficiente de determinação da Regressão Linear Multivariada

Modelo	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Ajustado
1	0,988	0,977	0,883

Fonte: Elaboração própria.

O coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) apresentou um valor de 0,977, como o modelo apresenta quatro preditores, ou seja, quatro variáveis independentes, o valor do R<sup>2</sup> foi ajustado para 0,883, evidenciando que o modelo linear explica 88,3% da variância da variável dependente a partir dos preditores. No entanto ao analisar a multicolinearidade (Tabela 2), observa-se que os valores de fatores de inflação de variância (VIF) para as classes de Floresta, Área não Vegetada e Agropecuária foram maiores que 10, evidenciando que existe de alguma forma uma multicolinearidade entre esses preditores. Um VIF acima de 10 indica um alto grau de multicolinearidade (RAWLINGS et al, 1998).

Realização



Tabela 2. Teste de multicolinearidade

	VIF	Tolerância
Floresta	73,28	0,01365
Formação Natural não Florestal	2,74	0,36496
Área não Vegetada	132,02	0,00757
Agropecuária	247,26	0,00404

Fonte: Elaboração própria.

Um alto grau de multicolinearidade entre variáveis independentes significa que elas compartilham informações entre si, o que resulta em um aumento da variância dos parâmetros estimados e que por sua vez impossibilita a interpretação do efeito real das variáveis envolvidas no modelo analisado (NEU, 2022).

Diversas estratégias têm sido sugeridas para lidar com o desafio da multicolinearidade, como remover variáveis independentes altamente correlacionadas e identificar outras variáveis independentes relevantes para a previsão (MILOCA; CONEJO, 2009). Para a correção do alto grau de multicolinearidade optou-se por remover um dos preditores por vez e selecionar o modelo que apresentasse o maior valor de  $R^2$  sem aquele preditor, sendo Floresta o preditor excluído, levando a acreditar também que essa variável possa ter correlação com as variáveis Agropecuária e Área não vegetada. Os novos valores de VIF para os preditores que continuam no modelo foram menores que 10 (Tabela 3), podendo excluir a existência de uma alta multicolinearidade que comprometa a análise.

Tabela 3. Teste de multicolinearidade do novo modelo

	VIF	Tolerância
Formação Natural não Florestal	2,74	0,365
Área não Vegetada	4,38	0,228
Agropecuária	3,75	0,267

Fonte: Elaboração própria.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) do novo modelo foi de 0,921, sendo o valor de  $R^2$  ajustado de 0,803 (Tabela 4), revelando que o modelo linear explica 80,3 % da variância da variável dependente a partir dos preditores.

Tabela 4. Coeficiente de determinação do novo modelo

Modelo	R	$R^2$	$R^2$ Ajustado
2	0,960	0,921	0,803

Realização



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5. Coeficientes do Modelo Superfície Hídrica

Preditor	Estimativas	Erro-padrão	t	p
Intercepto	93,301	37,9771	2,46	0,133
Formação Natural não Florestal	-1,867	1,7705	-1,05	0,402
Área não Vegetada	-0,342	0,0872	-3,92	0,059
Agropecuária	-0,107	0,0710	-1,51	0,270

Fonte: Elaboração própria.

Os valores de p (Tabela 5) para as variáveis Formação Natural não Florestal, Área não vegetada e Agropecuária foram 0,402, 0,059 e 0,270, respectivamente, indicando que as mudanças nas preditoras não estão associadas a variável dependente, vale ressaltar que esses valores de p no modelo mostram que as alterações no valor das preditoras não estão relacionadas a alterações na variável resposta estatisticamente, podendo também o número baixo de amostras ser um fator que comprometa a modelagem.

Ao Realizar a correlação de Pearson (Tabela 6), a variáveis Área não Vegetada e Superfície Hídrica obteve um valor de R de Person igual a - 866, evidenciando que as variáveis estão inversamente correlacionadas, ou seja, quando a área ocupada pela classe Área não Vegetada aumenta, a área da Superfície Hídrica diminui, entendendo-se que o crescimento populacional está relacionado à diminuição dos recursos hídricos.

Tabela 6 – Correlação de Pearson

		Superfície Hídrica	Floresta	Formação Natural não Florestal	Área não Vegetada	Agropecuária
Superfície Hídrica	R de Pearson	-				
	p-Value					
Floresta	R de Pearson	0,126	-			
	p-Value	0,812				
Formação Natural não Florestal	R de Pearson	0,500	-0,313	-		
	p-Value	0,312	0,545			
Área não Vegetada	R de Pearson	-0,866	0,223	-0,784	-	
	p-Value	0,026	0,672	0,065		
Agropecuária	R de Pearson	0,543	-0,703	0,741	-0,847	-
	p-Value	0,265	0,119	0,092	0,033	

Realização



Fonte: Elaboração própria.

Na análise de Pearson algumas variáveis se destacaram por obterem um valor de R maior do que outras, como as variáveis Agropecuária e Área não Vegetada que alcançou um valor R de Pearson de -0,847, mostrando que as variáveis estão correlacionadas inversamente, isto significa que houve uma possível diminuição da Agropecuária com o aumento da Área não vegetada. A classe de Floresta e Agropecuária teve um R de Pearson no valor de -0,703 e as classes Formação Natural não Florestal e Área não Vegetada obteve o valor de -0,784, significando também que o aumento de uma das classes está correlacionado com a diminuição da outra.

O crescimento populacional e a transformação do uso do solo levam a mudanças significativas na paisagem, resultando em uma grave degradação da qualidade de água devido à poluição e eutrofização em corpos de água doce (GOBRY et al, 2023). Cenários combinados de Mudanças Climáticas e Mudanças no Uso da Terra provavelmente causarão um declínio geral nos componentes de balanço hídrico (GHAZAL et al, 2019). A disponibilidade de água potável, assim como os recursos de água doce, são severamente afetados pelos impactos causados pela variabilidade climática (ABEDIN et al, 2019). De acordo com o estudo realizado por Kadir et al. (2022), a análise apontam um aumento nas áreas urbanas e uma diminuição nas áreas agrícolas e vegetação e os resultados indicam que as mudanças no uso e cobertura da terra, juntamente com as variações sazonais, afetam de forma considerável os indicadores de qualidade de água.

Diante do exposto, as APAs se mostram de extrema importância para a manutenção dos recursos hídricos, pois visa garantir a quantidade e qualidade de água, proteger e preservar os ecossistemas aquáticos e regular o ciclo hidrológico.

## CONCLUSÕES

A análise espaço-temporal de 1986 até 2020 demonstram um aumento acentuado da ocupação urbana dentro da APA e uma pequena redução da ocupação de áreas de agropecuária. A redução da superfície hídrica apresentou uma correlação com o aumento da expansão urbana, concluindo que o aumento das áreas urbanas dentro da APA colaborou para a redução dos recursos hídricos no que se refere a superfície hídrica. Pode-se notar

Realização



também uma correlação inversa da classe de Floresta com Agropecuária, o aumento de uma classe levou a redução da outra.

A análise do estudo ainda se mostra preliminar e apresenta uma amostra de dados pequena, recomenda-se uma análise estatística mais detalhada e com um número maior de amostras. Apesar do estudo ainda se mostrar incipiente, pode servir como propulsor para estudos mais aprofundados.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

ABEDIN, M. A; COLLINS, A. E; HABIBA, U; SHAW, R. Climate Change, Water Scarcity, and Health Adaptation in Southwestern Coastal Bangladesh. **International Journal of Disaster Risk Science**, v.10, p. 28–42, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13753-018-0211-8>.

BRITTO, S. L. As unidades de conservação ambiental do norte do Estado do Tocantins e sua importância para a biodiversidade da região. **UÁQUIRI Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia**, v. 03, n. 01, p. 75 – 93, 2021. DOI: <https://doi.org/10.47418/uaquiri.vol3.n1.2021.4697>.

BUONO, L. N. **Diagnóstico de uso de água no hospital universitário de londrina: estudo de caso**. Dissertação de mestrado em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2018.

CASTRO, C. N. **Plano nacional de segurança hídrica, problemas complexos e participação social**. Tese de doutora em Geografia. Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2021.

GOBRY, J. J; TWISA, S. S; NGASSAPA, F; KILULYA, K. F. Impact of land-use/cover change on water quality in the Mindu Dam drainage, Tanzania. **Water Practice and Technology**, v. 18, n. 5, p. 1086-1098, 2023. DOI: <https://doi.org/10.2166/wpt.2023.067>.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. *Econometria básica*. 5. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2011.

KADIR, A; AHMED, Z; UDDIN, M. M; XIE, Z; KUMAR, P. Integrated Approach to Quantify the Impact of Land Use and Land Cover Changes on Water Quality of Surma River, Sylhet, Bangladesh. **Water**, v. 14, n. 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/w14010017>.

MAPBIOMAS. Coleções MapBiomass. Disponível em: <[https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama\\_set\\_language=pt-BR](https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR)>. Acesso em: 21 de mai. 2023.

Realização



MARTIN, N. Risk Assessment of Future Climate and Land Use/Land Cover Change Impacts on Water Resources. **Hydrology**, v. 8, n. 1, 38, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/hydrology8010038>.

MILOCA, S. A; CONEJO, P. D. Análise fatorial e a multicolinearidade em modelos de regressão. In: 13º Encontro Regional de Matemática Aplicada Computacional, 2009, Pato Branco.

NEU, I. M. M. **Números de ensaios, observações e variáveis na correlação canônica em centeio**. Tese de doutorado em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2022.

OLIVEIRA, R. A.; ANDRADE, E. L.; TONIOLO, B. P.; MARTINS, A. C. G.; SILVA, D. C. C. Áreas verdes protegidas legalmente e aptas para interligarem duas Unidades de Conservação. **Caminhos da Geografia**, v. 23, p. 300-312, 2022.

Rawlings, J.O., Pantula, S.G. and Dickey, D.A. **Applied Regression Analysis A Research Tool**. 2nd ed. New York: Springer Verlag, 1998.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 10.100, de 01 de dezembro de 1998. Declara Área de Proteção Ambiental o entorno da represa de Itupararanga. Disponível: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1998/lei-10100-01.12.1998.html#:~:text=Artigo%201%C2%BA%20%2D%20Fica%20declarada%20%22%C3%81rea,%20Votorantim%20%20Ibi%C3%BAna%20e%20Piedade>>. Acesso em: 20 de mai. de 2023.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 11.579, de 02 de dezembro de 2003. Altera a Lei n. 10.100, de 1.º de dezembro de 1998. Disponível: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2003/lei-11579-02.12.2003.html>>. Acesso em: 20 de mai. 2023.

SILVA, D. C. C.; OLIVEIRA, R. A.; SIMONETTI, V. C.; ANDRADE, E. L.; SOUSA, J. A. P.; SALES, J. C. A.; LOURENÇO, R. W. Application of fuzzy systems to support the development of a socioenvironmental sustainability index applied to river basins. **International Journal of River Basin Management**, p. 1-13, 2021.

SIMONETTI, V. C.; SILVA, D. C. C.; FREITAS, N. P.; ROSA, A. H. Análise espacial da fragilidade ambiental a partir do relevo da APA Itupararanga (SP). **Revista Hipótese**, v. 5, p. 272-289, 2019.

TWISA, S; MWABUMBA, M; KURIAN, M; BUCHROITHNER, M. F. Impact of Land-Use/Land-Cover Change on Drinking Water Ecosystem Services in Wami River Basin, Tanzani. **Resources**, v. 9, n.4, 37, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/resources9040037>.

Realização