



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**MAPEAMENTO E ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL E FORMAS DE
USO DA TERRA NO INPE DE CACHOEIRA PAULISTA**

Thaís dos Santos Moraes

RELATÓRIO FINAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Orientador: Dr. Luiz Tadeu da Silva

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Danúbia Caporusso Bargas

INPE
Cachoeira Paulista
2020



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**MAPEAMENTO E ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL E FORMAS DE
USO DA TERRA NO INPE DE CACHOEIRA PAULISTA**

Thaís dos Santos Moraes

Relatório de Iniciação Científica
do programa PIBIC, orientada pelo
Dr. Luiz Tadeu da Silva e
coorientada pela Prof.^a Dr.^a
Danúbia Caporusso Bargas.

INPE
Cachoeira Paulista
2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Dr. Luiz Tadeu da Silva e à minha coorientadora Prof.^a Dr.^a Danúbia Caporusso Bargas pela atenção e paciência.

Aos colaboradores MSc. Lorena Bonno Bissoli, MSc. Alex de Almeida Fernandes, Dr.^a Ana Gabriela de Jesus Araujo, Dr. Daniel Andres Rodriguez e Dr. Marcelo Barbio Rosa, pelas sugestões recebidas. Por fim, aos meus familiares e amigos pelo apoio.

RESUMO

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE de Cachoeira Paulista está situado na zona rural do município e compreende uma extensa área, a qual é caracterizada pela presença de vegetação, cursos d'água, lagos e nascentes. Este trabalho de Iniciação Científica tem como objetivo a elaboração de uma base de dados georreferenciados, tais como limites e hidrografia; a confecção de mapas temáticos de vegetação, hidrografia, nascentes, áreas de preservação permanente (APPs), e uso e cobertura da terra, além de diagnóstico ambiental da área correspondente à unidade do INPE de Cachoeira Paulista. O mapeamento foi feito com o uso do Software ArcGis[®] 10.5 a partir de vetorização em tela e interpretação de imagens disponíveis no *Basemap*. A elaboração dos mapas de hidrografia foi feita a partir do mapeamento dos lagos e do georreferenciamento dos cursos d'água presentes na planta da área. As formas de uso e cobertura da terra foram identificadas e classificadas em três classes: corpos d'água; cobertura vegetal; e superfícies construídas, as quais foram subdivididas em oito subclasses: cursos d'água; lagos; vegetação campestre; vegetação arbórea nativa; pinos e eucaliptos; construção civil; vias pavimentadas; e vias não pavimentadas. As APPs dos cursos d'água, nascentes e lagos foram delimitadas de acordo com o Capítulo II da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e estabelece normas de delimitação das APPs. A área total calculada neste trabalho foi de aproximadamente 10,351 km², apresentando diferentes tipos de uso e cobertura da terra em toda sua extensão. A superfície estudada foi caracterizada pela predominância de cobertura vegetal, apresentando 63,8% da área total composta por vegetação campestre, 21,8% constituída por vegetação arbórea nativa e 7,8% por pinos e eucaliptos. Posteriormente, os elementos mapeados foram conferidos por meio de identificação “*in loco*”, com a coleta de coordenadas de localização com receptor GPS (*Global Positioning System*), para confirmar a localização real dos mesmos.

Palavras-Chave: Mapeamento. Áreas verdes. Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

ABSTRACT

The National Institute for Space Research - INPE of Cachoeira Paulista - Brazil is situated in the countryside and comprises an extensive area, which is characterized by the presence of vegetation, water courses, lakes and springs. This project of Scientific Initiation had as objective to development of a georeferenced database, such as boundaries and hydrography; and the creation of thematic maps of vegetation, hydrography, springs, permanent preservation areas, and land use and land cover, as well as the environmental diagnosis of the area corresponding to the INPE unit of Cachoeira Paulista. The mapping was done using the ArcGis® 10.5 software from the on-screen vectorization and interpretation of interpretation of available images in Basemap. The elaboration of hydrography map was made from the mapping of the lakes and the georeferencing of the water courses present in the area plan. The forms of land use and land cover were identified and classified into three grades: water courses; vegetal cover; and built surfaces, such as those subdivided into sub grades: water courses; lakes; grass vegetation; native tree vegetation; pine and eucalyptus; built surfaces; paved roads and unpaved roads. The permanent preservation areas of the water courses, springs and lakes were delimited according to the chapter II of Federal Law of Brazil No 12.651, of May 25, 2012, which provides for the protection of native vegetation and establishes rules for the delimitation of permanent preservation areas. The total area calculated in this work was approximately 10,351 km², with different types of land use and land cover. The studied surface was characterized by the predominance of vegetal cover, presenting 63,8% of the total area composed by grass vegetation, 21,8% constituted by native tree vegetation and 7,8% by pine and eucalyptus. Subsequently, the mapped elements were checked by means of identification “*in loco*”, with the collection of location coordinates with GPS (Global Positioning System) to confirm the real location of the same.

Keywords: Mapping. Green areas. Geographic Information Systems (GIS).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização e hidrografia do INPE de Cachoeira Paulista	3
Figura 2. Mapa das APPs das áreas do INPE de Cachoeira Paulista	4
Figura 3. Mapa da vegetação das áreas do INPE de Cachoeira Paulista.....	5
Figura 4. Mapa das formas de uso e cobertura da terra do INPE de Cachoeira Paulista .	7
Figura 5. Mapa do uso e cobertura da terra nas APPs do INPE de Cachoeira Paulista ...	8
Figura 6. Mapa dos pontos coletados por receptor GPS no INPE de Cachoeira Paulista	9
Figura 7. Ponto 2 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista	10
Figura 8. Ponto 3 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista	11
Figura 9. Ponto 4 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista	11
Figura 10. Ponto 5 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista	12
Figura 11. Ponto 6 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista	12
Figura 12. Ponto 7 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista	13
Figura 13. Ponto 8 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista	13
Figura 14. Ponto 9 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista	14
Figura 15. Ponto 10 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista	14
Figura 16. Ponto 11 de GPS na área do INPE de Cachoeira	15
Figura 17. Ponto 12 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista	15
Figura 18. Ponto 13 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista	16
Figura 19. Ponto 14 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista	16
Figura 20. Ponto 15 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista	17

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos	1
1.1.1. Objetivo Geral.....	1
1.1.2. Objetivos Específicos	1
2. DESENVOLVIMENTO	2
2.1. Revisão da literatura.....	2
2.2. Metodologia	2
2.3. Resultados e Discussão	3
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
REFERÊNCIAS	18

1. INTRODUÇÃO

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Unidade Regional de Cachoeira Paulista, está sediado desde 28/09/1970 em uma extensa área situada na zona rural do município de Cachoeira Paulista (SP). Encontram-se instaladas na unidade: Divisão de Geração de Imagens; Laboratório Associado de Combustão e Propulsão; Banco de Testes com Simulação de Altitude - BTSA; Parte do Centro de Ciência do Sistema Terrestre – CCST; Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC; Banco de Testes em Condições Atmosféricas - BTCA; e outros.

O presente projeto auxiliou na criação de um banco de dados contendo informações sobre vegetação, hidrografia, uso da terra e limites territoriais, contribuindo fortemente para a elaboração de outros projetos na unidade do INPE de Cachoeira Paulista.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Este projeto de Iniciação Científica teve como principal objetivo o mapeamento e análise da cobertura vegetal e das demais formas de uso da terra presentes na unidade regional do INPE de Cachoeira Paulista por meio do alcance dos objetivos específicos.

1.1.2. Objetivos Específicos

O objetivo geral foi atingido a partir dos objetivos específicos:

- ✓ Elaboração de uma base de dados georreferenciados por meio da aquisição de base cartográfica digital (limites, curvas de nível, hidrografia, pontos contados); imagens de satélite ou ortofotos em escala compatível para mapeamento (preferencialmente média e alta resolução) e demais dados digitais pertinentes ao projeto;
- ✓ Elaboração de mapas temáticos de vegetação, hidrografia, nascentes, áreas de preservação permanente, e uso e cobertura da terra.
- ✓ Realização de um diagnóstico ambiental da área correspondente à unidade do INPE - Cachoeira Paulista.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Revisão da literatura

O estudo da cobertura vegetal e das formas de uso da terra consiste em buscar o conhecimento da utilização e caracterização de determinada área e dos tipos e categorias de vegetação existentes. O mapeamento do uso da terra é de extrema importância para a organização do espaço e para as mudanças ocorridas, tornando-se uma relevante ferramenta para planejadores (BRITO e PRUDENTE, 2005).

A preservação e conservação da vegetação nativa, principalmente aquela situada ao longo de cursos d'água e nascentes, tem sido bastante discutida, sendo considerada por técnicos, pesquisadores e ambientalistas de extrema importância para proteção dos recursos hídricos (NASCIMENTO *et al.*, 2005). Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos com o uso de geotecnologias para as delimitações de áreas de preservação permanente (APPs), assim como análises das formas de uso e cobertura da terra nesses locais.

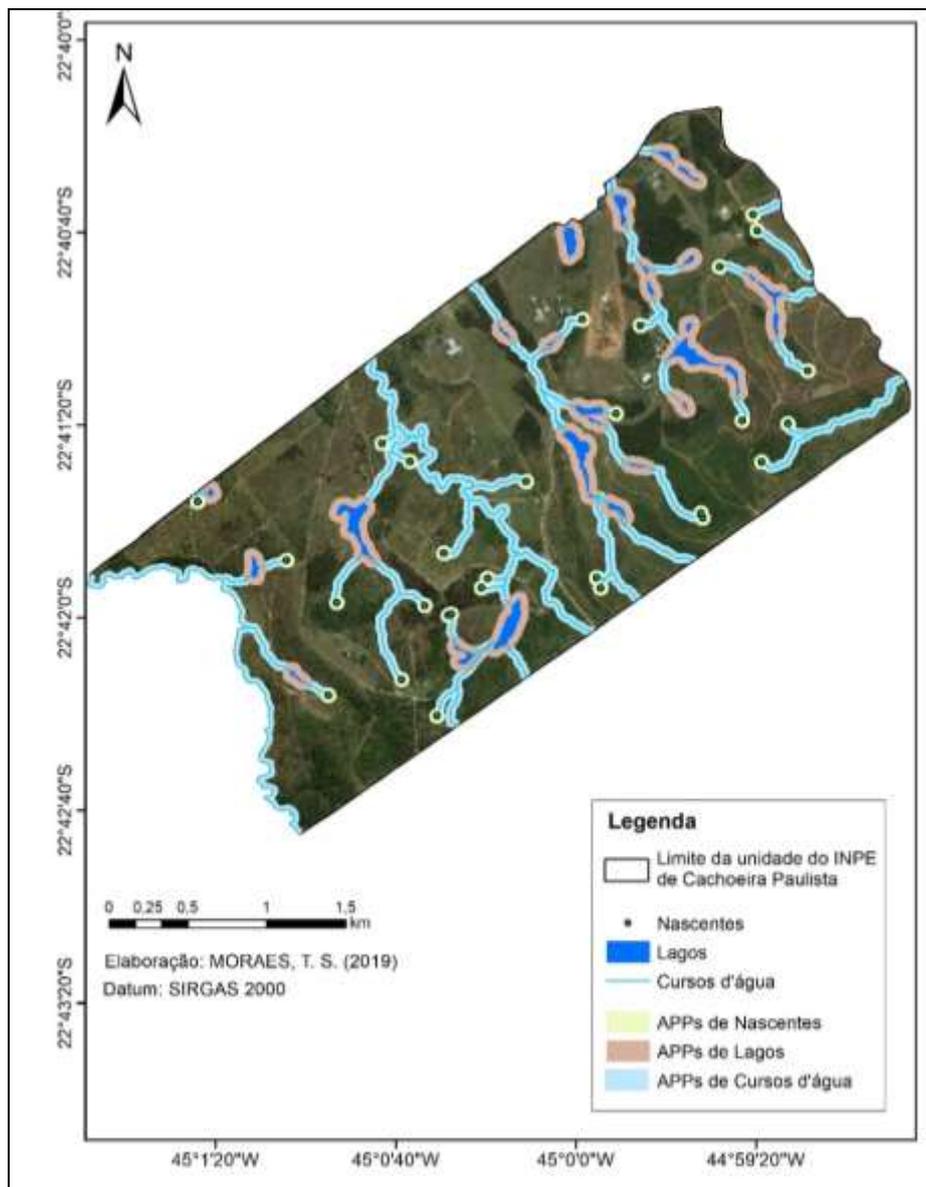
2.2. Metodologia

Os procedimentos metodológicos realizados neste projeto foram:

- ✓ Elaboração da base de dados georreferenciados utilizando dados cartográficos digitais disponibilizados pelo INPE e instituições como o IGC e EMBRAPA referentes a temas como hidrografia, topografia, tipos de solos, dentre outros; além de imagens dos satélites LandSat 8 e Sentinel 2. Processamento dos dados com o suporte do software de geoprocessamento ArcGis®;
- ✓ Classificação e mapeamento das formas de uso da terra e cobertura vegetal a partir da técnica de vetorização em tela para identificação dos elementos a serem mapeados conforme adaptações da classificação das formas de uso da terra apresentada no Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2007);
- ✓ Mapeamento temático das principais variáveis físico-territoriais da área estudada e das formas de uso da terra e cobertura vegetal. Elaboração do mapa das APPs a partir da técnica de cálculo de área de abrangência (buffer) conforme valores propostos em legislação ambiental vigente (Lei 12.651/2012); e

A hidrografia foi gerada a partir da planta existente da área e, posteriormente, georreferenciada. As APPs foram estabelecidas de acordo com o Capítulo II da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, a qual estabelece um raio mínimo de 50 metros em torno de nascentes; uma distância de 30 metros das margens de cursos d'água com menos de 10 metros de largura; e uma distância marginal de 50 metros para lagos, em zonas rurais, com até 20 hectares de superfície. As áreas podem ser observadas na Figura 2.

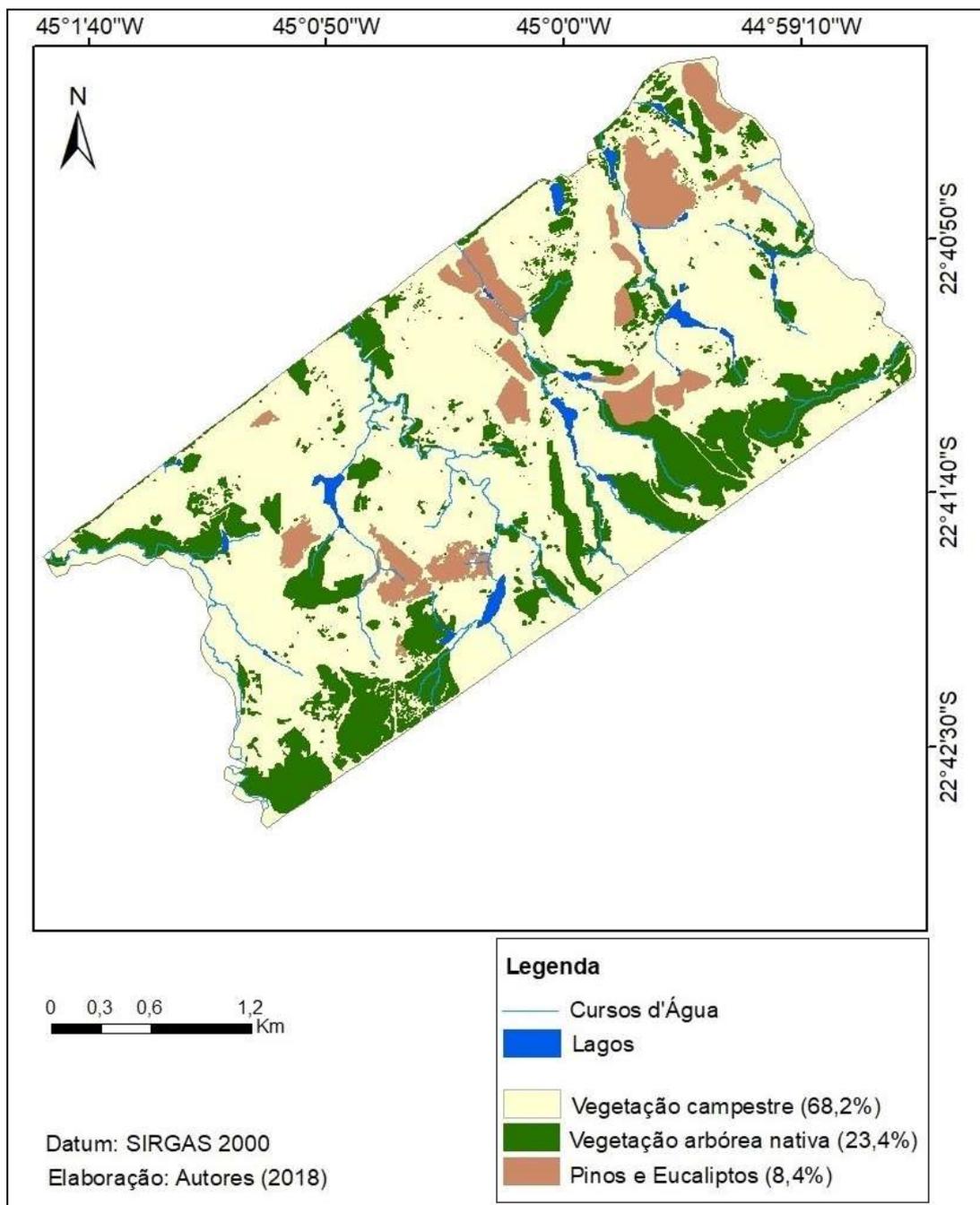
Figura 2. Mapa das APPs das áreas do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Dados obtidos do Projeto, compilados e organizados pela Aluna de IC (2019).

A cobertura vegetal foi classificada em três categorias, onde a vegetação campestre obteve predominância representando 68,2% da vegetação como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3. Mapa da vegetação das áreas do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Dados obtidos do Projeto, compilados e organizados pela Aluna de IC (2018).

As formas de uso e cobertura da terra na área do INPE de Cachoeira Paulista foram classificadas de acordo com a identificação das classes: Corpos d'Água; Cobertura Vegetal; e Superfícies Construídas, subdivididas em subclasses, as quais tiveram suas áreas calculadas pelo Software ArcGis[®]. Os resultados dos dados tratados estão disponibilizados na Tabela 1.

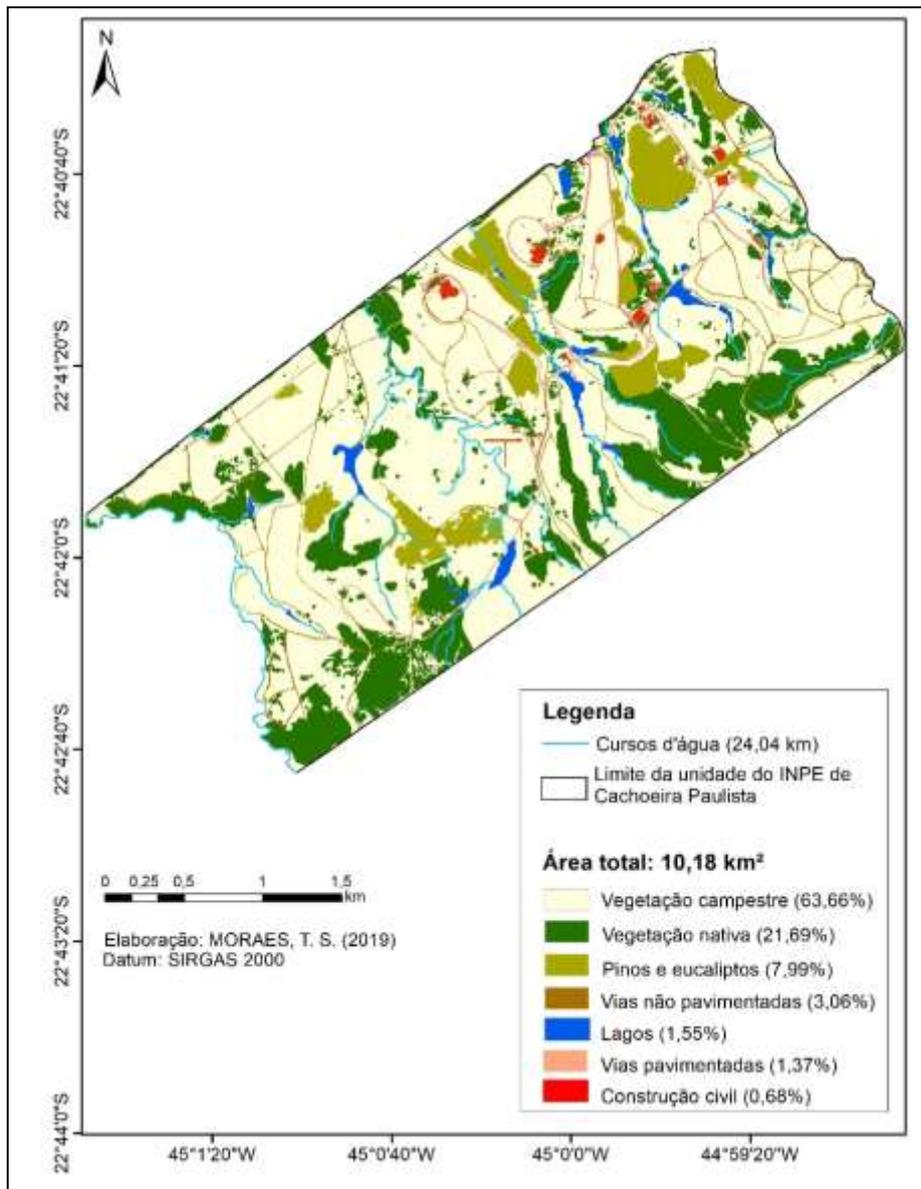
Tabela 1. Classificação das formas de uso e cobertura da terra no INPE de Cachoeira Paulista

PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DE USO E COBERTURA DA TERRA E SUAS RESPECTIVAS ÁREAS			
Classes	Níveis	Subclasses	Área (km²)
1. Corpos d'Águas	1.1. Cursos d'Água	1.1.1. Cursos d'Água	-
	1.2. Reservatório	1.2.1. Lago	1,574
2. Cobertura Vegetal	2.1. Natural	2.1.1. Vegetação campestre	6,584
		2.1.2. Vegetação arbórea nativa	2,255
	2.2. Plantada	2.2.1. Pinos e Eucaliptos	0,815
3. Superfície Construída	3.1. Construção civil	3.1.1. Construção civil	0,074
	3.2. Vias	3.2.1. Vias pavimentadas	0,149
		3.2.2. Vias não pavimentadas	0,315
Área Total			10,351

Fonte: Dados obtidos do Projeto, compilados e organizados pela Aluna de IC (2019).

Além da grande porcentagem de vegetação campestre que ocupa 63,8% da área total do INPE, observa-se também na Figura 4 que a região apresentou grandes quantidades de vegetação arbórea nativa e plantações de pinos e eucaliptos, correspondendo a 21,8% e 7,8%, respectivamente. As demais subclasses se encontraram em porcentagens menores também na Figura 4.

Figura 4. Mapa das formas de uso e cobertura da terra do INPE de Cachoeira Paulista

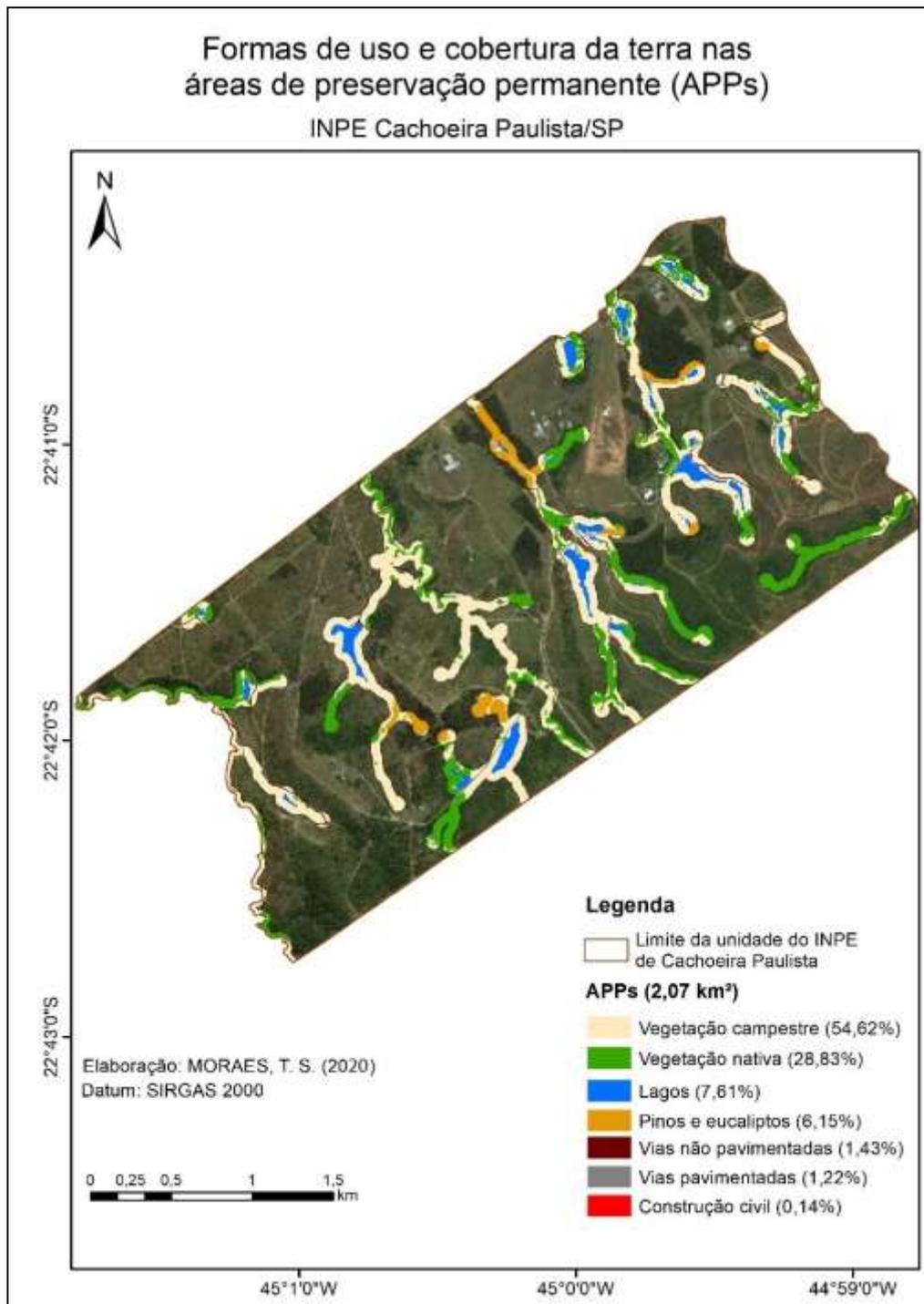


Fonte: Dados obtidos do Projeto, compilados e organizados pela Aluna de IC (2019).

A partir do mapeamento foram analisadas quali e quantitativamente as formas de uso e cobertura da terra dentro das APPs hídricas e foi possível verificar que mais da metade são compostas por vegetação campestre que, apesar de ser considerada cobertura vegetal, não possuem árvores de nenhuma espécie.

A segunda categoria mais encontrada foi de vegetação nativa ocupando 21,69%. Essa é a categoria ideal para que haja preservação efetiva dos recursos hídricos. As demais categorias obtiveram porcentagens menores, onde prevaleceram as de cobertura vegetal e superfícies permeáveis, conforme Figura 5.

Figura 5. Mapa do uso e cobertura da terra nas APPs do INPE de Cachoeira Paulista

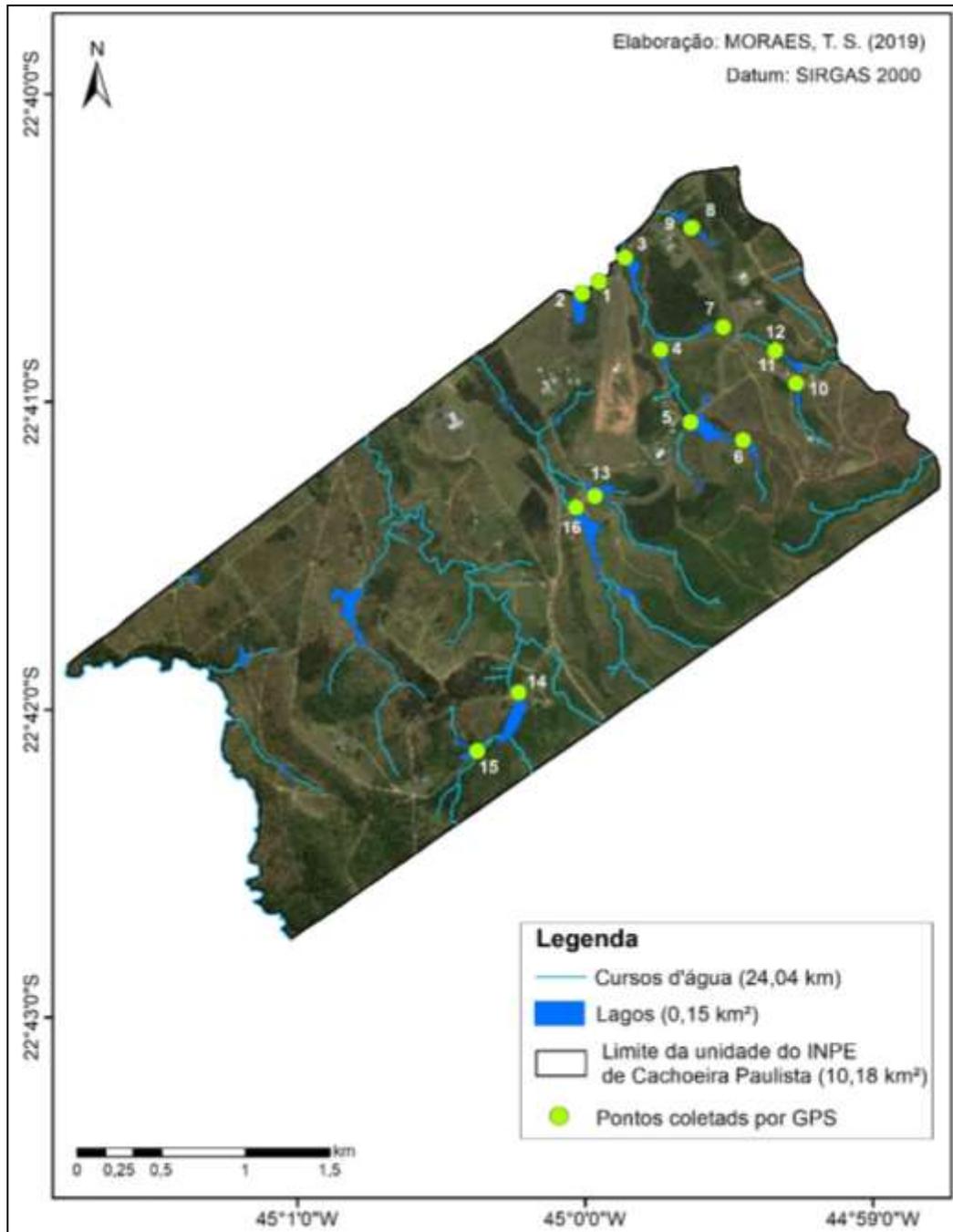


Fonte: Dados obtidos do Projeto, compilados e organizados pela Aluna de IC (2020).

Foram coletadas em campo as coordenadas geográficas por meio de um receptor GPS, além de registros fotográficos do mesmo ponto. As áreas foram visitadas de acordo com sua localização, assim, foi possível localizar e registrar grande parte dos lagos, mas a maioria das nascentes não puderam ser visualizadas pela dificuldade de acesso encontrada.

O mapa com a localização dos pontos coletados está disposto na Figura 6.

Figura 6. Mapa dos pontos coletados por receptor GPS no INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Dados obtidos do Projeto, compilados e organizados pela Aluna de IC (2019).

Em alguns pontos da área existe vegetação nativa proveniente de reflorestamentos feitos anos atrás, conforme o registro de árvores dessa origem medindo aproximadamente 9,2 metros de altura (Figura 7).

Figura 7. Ponto 2 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Acervo do Projeto - Foto feita pela Aluna de IC - Thaís dos Santos Moraes (2019).

Figura 8. Ponto 3 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Acervo do Projeto - Foto feita pela Aluna de IC - Thaís dos Santos Moraes (2019).

Figura 9. Ponto 4 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Acervo do Projeto - Foto feita pela Aluna de IC - Thaís dos Santos Moraes (2019).

Figura 10. Ponto 5 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Acervo do Projeto - Foto feita pela Aluna de IC - Thaís dos Santos Moraes (2019).

Figura 11. Ponto 6 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Acervo do Projeto - Foto feita pela Aluna de IC - Thaís dos Santos Moraes (2019).

Figura 12. Ponto 7 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Acervo do Projeto - Foto feita pela Aluna de IC - Thaís dos Santos Moraes (2019).

Figura 13. Ponto 8 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Acervo do Projeto - Foto feita pela Aluna de IC - Thaís dos Santos Moraes (2019).

Figura 14. Ponto 9 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Acervo do Projeto - Foto feita pela Aluna de IC - Thaís dos Santos Moraes (2019).

Figura 15. Ponto 10 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Acervo do Projeto - Foto feita pela Aluna de IC - Thaís dos Santos Moraes (2019).

Figura 16. Ponto 11 de GPS na área do INPE de Cachoeira



Fonte: Acervo do Projeto - Foto feita pela Aluna de IC - Thaís dos Santos Moraes (2019).

Figura 17. Ponto 12 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Acervo do Projeto - Foto feita pela Aluna de IC - Thaís dos Santos Moraes (2019).

Figura 18. Ponto 13 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Acervo do Projeto - Foto feita pela Aluna de IC - Thaís dos Santos Moraes (2019).

Figura 19. Ponto 14 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Acervo do Projeto - Foto feita pela Aluna de IC - Thaís dos Santos Moraes (2019).

Figura 20. Ponto 15 de GPS na área do INPE de Cachoeira Paulista



Fonte: Acervo do Projeto - Foto feita pela Aluna de IC - Thaís dos Santos Moraes (2019).

Além disso, verificou-se que a presença de áreas com cobertura vegetal no INPE de Cachoeira Paulista, contribui com a retirada do C (carbono) da atmosfera na forma de CO_2 (dióxido de carbono). O sequestro de C através do reflorestamento é uma opção para diminuir as emissões de gases do efeito estufa (GEE) no bioma Mata Atlântica (CARVALHO *et al.*, 2010).

A estimativa de sequestro de gases do efeito estufa foi feita em dióxido de carbono equivalente ($\text{CO}_{2\text{eq}}$). A expressão inclui dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). O $\text{CO}_{2\text{eq}}$ é o resultado da multiplicação da quantidade emitida do GEE pelo seu potencial de aquecimento global. O CO_2 -equivalente do metano, por exemplo, é igual a 21, pois o potencial de aquecimento global do gás metano é 21 vezes maior do que o potencial do CO_2 (CETESB, 2017).

De acordo com Lacerda *et al.* (2009), o estudo realizado concluiu que são absorvidos 140 kg de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ por uma árvore, ou seja, em média 7 Kg de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ por ano. Sabendo, por meio da observação das árvores presentes no INPE, que cada copa ocupa uma média de 49,12 m^2 e que a área ocupada pelo total de copas é de 3.069.712 m^2 , existe na área do INPE de Cachoeira Paulista cerca de 62.494 árvores, as quais retiram da atmosfera uma quantidade aproximada de 437,458 Kg de CO_2 equivalente anualmente.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização do estudo observou-se a grande diversidade de vegetação e recursos hídricos presentes na área do INPE de Cachoeira Paulista.

Constatou-se que dados de sensoriamento remoto e softwares de geoprocessamento têm sido muito eficientes no mapeamento por facilitarem o uso de imagens de satélite, possibilitando a identificação dos elementos que compõem a região de interesse.

A verificação *in loco* dos pontos permitiu a confirmação dos elementos mapeados via imagem de satélite, o que garantiu uma maior confiabilidade dos mapas.

O desenvolvimento deste projeto produziu um conjunto de dados e informações para a ampliação do conhecimento acerca da área de estudo, o que pode contribuir para a elaboração de um plano de gestão das áreas verdes da unidade do INPE em Cachoeira Paulista, destacando a importância do projeto.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm.

Acesso em: 22 jan. 2019.

BRITO, J. L. S.; PRUDENTE, T. D. Análise temporal do uso do solo e cobertura vegetal do município de Uberlândia-MG, utilizando imagens ETM+ / LANDSAT 7.

Sociedade & Natureza, 17 jun. 2005. Disponível em:

<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321327186004>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

CARVALHO, João Luis Nunes et al. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 34, n. 2, p.277-290, abr. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832010000200001>.

Acesso em 27 mar. 2019.

CETESB. **Emissões Veiculares no Estado de São Paulo.** São Paulo, 2017. Disponível

em: <[https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-](https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2019/02/Relat%C3%B3rio-Emiss%C3%B5es-Veiculares-2017.pdf)

[content/uploads/sites/6/2019/02/Relat%C3%B3rio-Emiss%C3%B5es-Veiculares-2017.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2019/02/Relat%C3%B3rio-Emiss%C3%B5es-Veiculares-2017.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2019.

LACERDA, Jeanicolau Simone de et al. **Estimativa da Biomassa e Carbono em Áreas Restauradas com Plantio de Essências Nativas**. 2009. Disponível em: <<http://cmq.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=publico:metrvm:metrvm-2009-n05.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

NASCIMENTO, M. C.; et al. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 2, p.207-220, 30 jun. 2005. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/198050981838>>. Acesso em: 14 jun. 2019.