

## Adequação ambiental em áreas de produção de borracha natural do Noroeste do Estado de São Paulo

Ivan André Alvarez<sup>1</sup>  
Mateus de Souza Macul  
Carlos Fernando Quartaroli  
Edlene Aparecida Garçon  
Sérgio Gomes Tôsto

Embrapa Monitoramento por Satélite – CNPM  
Av. Soldado Passarinho, nº 303, Fazenda Jardim Chapadão CEP: 13070-115 - Campinas –  
SP, Brasil  
ivan.alvarez@embrapa.br

**Abstract.** The work looks forward to show the study on the situation of a rubber production region in face of the environmental law. The rubber represents a crucial raw material for different industries, such as transportation and military. Despite the fact that the rubber tree is naturally from the Amazon region, it is the northwest of the state of São Paulo where the main production of rubber is concentrated. Therefore, the study area is located in that expressive rubber production place and it was chosen by the project GeoHevea of the Embrapa Satellite Monitoring to study the sustainability in the rubber production. This paper is part of the GeoHevea project, which aims to use geoprocessing tools to verify the Permanent Preservation Areas (APP) situation, according to the law. It was used as reference the Law 12.651/2012 and the CONAMA resolution number 302. It was found that 70% of the APPs are appropriate with the environmental law and the main inappropriate use was due to crops (11,08%) and pasture (13,80%). The rubber trees represent only 2,54% of inappropriate land cover in APPs. As land management guidance, it is recommended to focus on changing those inappropriate land uses inside APPs to improve the environmental adequacy. Finally, the methodology seems to be applicable to the present objectives.

### 1. Introdução

A borracha natural é a principal matéria-prima utilizada em transporte e armamento bélico. A indústria pneumática consome 75% da produção mundial de borracha (IAC, 2016).

O quadro da heveicultura nacional mudou a partir das décadas de 1970 e 1980, quando a produção de borracha natural começou a se firmar fora da região Amazônica, mais especificamente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do país (FRANCISCO et al., 2009). O principal produtor nessa retomada foi e continua sendo o Estado de São Paulo, com 56,52% da produção de látex coagulado no ano de 2013, referente a uma área colhida de 55.456 hectares. A área cultivada em São Paulo cresceu 81%, entre 2000 e 2010, com os estímulos para a implantação de novos seringais, tanto em propriedades de agricultura empresarial quanto em propriedades de agricultura familiar (BRUM, 2012). A julgar pelo atual ritmo de expansão da atividade, mais de 20 mil hectares de novos plantios teriam sido estabelecidos nos últimos cinco anos no Estado de São Paulo. Isso corresponde à criação de quase seis mil novos empregos na agricultura paulista. (SCALOPPI, 2015).

A Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 define o código Florestal vigente e estabelece as Áreas de Preservação Permanente (APP) em que a vegetação natural deve ser mantida e, no caso de supressão, define que a recomposição deve ser feita pelo proprietário da área. As APPs são definidas na lei como “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de 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”. A delimitação das APPs para cursos d’água consistem em 50 metros em torno das nascentes, 30 metros ao redor de cursos d’água de até 10 metros, 50 metros para rios de até 50 metros de largura e 100 metros para rios com largura de até 200

metros. Além desses casos, também são consideradas APPs os topos de morros e os terrenos com declividade acima de 100% ou 45°. Em relação aos reservatórios artificiais de água para a geração de energia ou abastecimento público, a delimitação da APP deve seguir o estabelecido no licenciamento ambiental, sendo que a faixa mínima deve ser de 30 metros e a máxima de 100 metros (BRASIL, 2012).

Como complemento ao Código Florestal sobre áreas de preservação permanente, a resolução CONAMA nº 302 de 20 de março 2002 estabelece parâmetros, definições e limites de APPs para reservatórios artificiais e exige a elaboração do plano ambiental de conservação e uso de seu entorno, para fins de licenciamento. Dessa forma, as APPs devem ter no mínimo quinze metros para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural (BRASIL, 2002).

Este trabalho verifica a adequação de área do Noroeste Paulista ao Código Florestal vigente e regulamentações complementares com o uso de técnicas e ferramentas de geoprocessamento. A área foi escolhida como área de estudo do projeto GeoHevea da Embrapa Monitoramento por Satélite por possuir muitas propriedades onde se cultiva a seringueira e pertencer a principal região produtora de borracha do estado. O projeto GeoHevea pretende avaliar a sustentabilidade, competitividade e os serviços ecossistêmicos da cadeia produtiva da heveicultura por meio de geotecnologias (TOSTO, 2014).

## 2. Metodologia de Trabalho

### Área de Estudo

A área de estudo está situada no noroeste do estado de São Paulo. Abrange municípios das regiões administrativas de São José do Rio Preto e Araçatuba, entre os quais Macauba, União Paulista, Nipoã, Planalto, Zacarias, Buritama, José Bonifácio, Neves Paulista, Nhandeara, Turiúba, Monções e Poloni. A produção de borracha e a área plantada de seringueiras nessa região têm importante papel na heveicultura do estado (BONWART et al., 2015). A delimitação da área de estudo foi feita a partir de bacias hidrográficas definidas pela Agência Nacional de Águas (ANA), totalizando 183 820 hectares (Figura 1).

As sub-bacias hidrográficas que compõem a área de estudo estão inseridas na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Baixo Tietê (UGHRI 19). Nessa área, os principais afluentes do Rio Tietê são o Ribeirão Santa Bárbara, o Ribeirão São Jerônimo e o Ribeirão das Oficinas. À Jusante, ao sul e sudoeste da área de estudo, encontra-se o reservatório da Usina Hidroelétrica (UHE) de Nova Avanhandava, operada pela AES Tietê.

O local, segundo a subdivisão geomorfológica do Estado de São Paulo, encontra-se na Província do Planalto Ocidental. O Planalto Ocidental ocupa a maior parte do estado e é caracterizado por relevo levemente ondulado, com longas encostas e baixas declividades, que resulta em morfologia composta por colinas amplas e colinas médias (CETEC, 2002). As características geológicas estão predominantemente associadas às formações do Grupo Bauru com presença de rochas sedimentares como os arenitos. A partir do levantamento dos solos do Estado de São Paulo, elaborado pelo IAC em 2002, constatou-se que a pedologia da área de estudo resume-se a dois tipos diferentes de solos: Latossolos e Argissolos (DATAGEO, 2016).

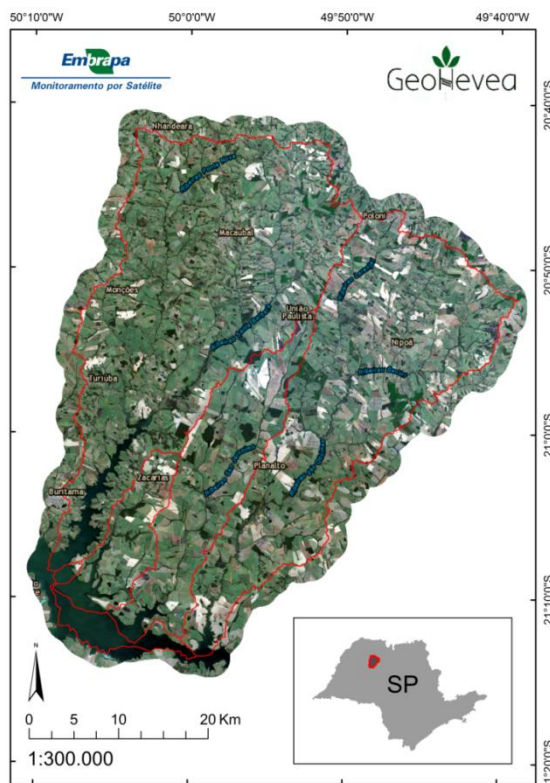



Figura 1: Área de estudo (em destaque) subdividida em bacias hidrográficas.

O Baixo Tietê encontra-se em área do Bioma Mata Atlântica próximo à transição para o Bioma Cerrado. No local, entre os fragmentos florestais remanescentes, predominam os de Floresta Estacional Semidecidual conforme o inventário florestal feito pelo Instituto Florestal em 2010 (DATAGEO, 2016). Um levantamento feito pela CETEC (2002) mostrou que, na UGRH do Baixo Tietê, a vegetação nativa correspondia a apenas 4,48% da cobertura vegetal. Predominavam na paisagem as pastagens e as culturas anuais (59,6% e 21,8% da área da UGRH respectivamente). Em 2010, o inventário florestal indicou uma cobertura de vegetação nativa de 5,7% para a mesma área (IF, 2016).





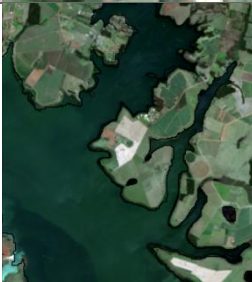
### Levantamento do Uso do Solo

Para este estudo, o mapa de uso do solo foi elaborado a partir da classificação supervisionada de imagens do satélite LANDSAT 8 de 30 metros de resolução espacial, referente a agosto de 2015, através do algoritmo MaxVer (máxima verossimilhança). As amostras utilizadas para a classificação supervisionada foram consolidadas por meio de verificação em campo e análise visual. As classes mapeadas (Tabela 1) foram escolhidas devido a sua pertinência no estudo da paisagem local.

Tabela 1: Definição das classes utilizadas no mapeamento do uso do solo.

Classe	Descrição	Exemplo
<b>Fragmento Florestal</b>	Vegetação nativa cuja fisionomia corresponde à formação arbórea	



<p><b>Seringueiras</b></p>	<p>Plantios regulares de seringueiras</p>	
<p><b>Culturas Agrícolas</b></p>	<p>Culturas agrícolas cultivadas na região, em sua maior parte, cana-de-açúcar, porém também se identificou parcelas com citros e outras culturas anuais.</p>	
<p><b>Pastagem</b></p>	<p>Área destinada para pastagem na criação de animais.</p>	
<p><b>Área Urbana</b></p>	<p>Centros urbanos e benfeitorias presentes na paisagem</p>	
<p><b>Corpos d'Água</b></p>	<p>Corpos com área suficiente de espelho d'água para o mapeamento, como lagos, lagoas, reservatórios ou represamentos naturais e artificiais.</p>	
<p><b>Outros</b></p>	<p>Outros tipos de fisionomias que não se enquadraram nas demais classes no processo de classificação supervisionada.</p>	

### Adequação à legislação ambiental

Para a verificação da adequação do uso da área de estudo à legislação ambiental, o trabalho tomou como base a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012. Checou-se o uso do solo em Áreas de Preservação Permanente (APP) para diagnosticar a situação de regularidade com a lei. As APPs foram delimitadas por meio de “*buffers*” em torno dos rios e nascentes identificados nas cartas topográficas em escala 1:50.000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Na área de estudo, os cursos d'água não possuem largura superior a 10 metros, portanto, as APPs foram de 30 metros para as margens dos rios e de 50 metros para as

nascentes. Para as APPs dos reservatórios artificiais de água com até 20 hectares, sem finalidades públicas (abastecimento de água ou geração de energia), utilizou-se 15 metros conforme o definido na resolução CONAMA nº 302. Para a Represa Nova Avanhandava, presente na área de estudo, a delimitação da APP foi de 30 metros de distância a partir das margens do reservatório, o mínimo exigido pelo Código Florestal, uma vez que não se obteve acesso ao Licenciamento Ambiental do empreendimento.

Para APPs devido à declividade analisou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) produzido pelo SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), missão internacional para mapeamento do relevo terrestre, cuja resolução espacial é de 30 metros. Para a identificação das áreas de topo de morro que devem ser preservadas recorreu-se à metodologia proposta por Hott et al. (2005), que utiliza o modelo de elevação invertido da área e relaciona os pontos de topo de morro com os pontos de cota através da distância entre eles.

O mapa de uso do solo foi sobreposto ao mapa com a delimitação das APPs, o que permitiu averiguar a adequação do uso à legislação ambiental. As APPs com cobertura florestal foram consideradas regulares, enquanto que as ocupadas por qualquer outro uso foram consideradas irregulares.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados da classificação supervisionada pelo algoritmo de máxima verossimilhança para o uso do solo na área de estudo, pode ser visualizado na Figura 2.

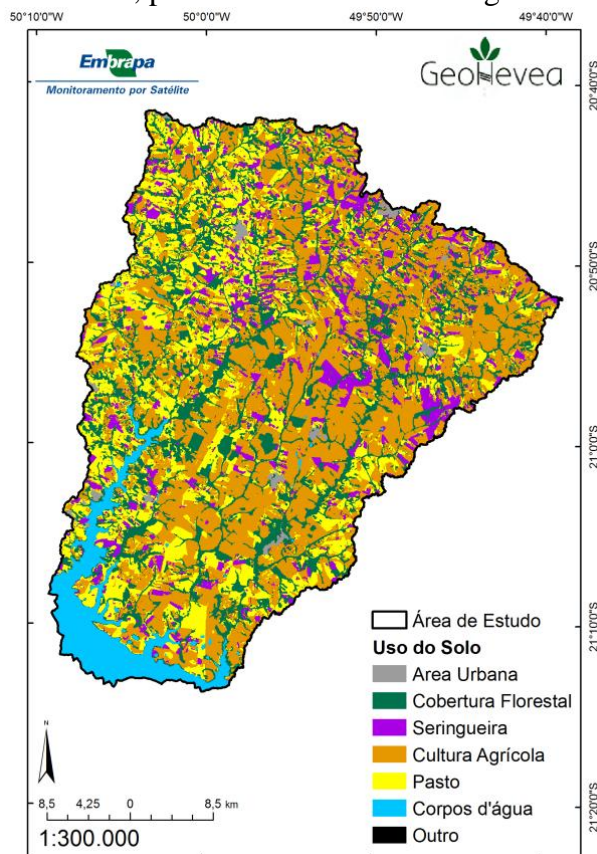


Figura 2: Mapa de uso do solo da área de estudo elaborado a partir de classificação supervisionada.

A qualidade do mapeamento de uso do solo por esse método foi verificado por meio do cálculo do índice Kappa, comparando o resultado da classificação supervisionada com o uso verificado *in loco* para pontos aleatórios gerados dentro da área de estudo. O índice Kappa resultante foi de 76% cuja interpretação é de concordância substancial. A composição do uso do solo na área é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Composição do uso do solo na área de estudo.

Classe de Uso	Área (ha)	%
Área Urbana	1639,79	0,89
Corpos d'Água	9998,71	5,44
Cultura Agrícola	72844,33	39,63
Cobertura Florestal	37302,22	20,29
Pasto	42550,54	23,15
Seringueira	16361,81	8,90
Outro	3123,40	1,70
<b>Total</b>	<b>183820,81</b>	<b>100,00</b>

A área de estudo é coberta majoritariamente por cultura agrícola (40%), em sua grande parte, cana-de-açúcar, em seguida aparece as pastagens (23%) e a presença notável de cobertura florestal (20%). As seringueiras aparecem em 9% da área, um número expressivo para um tipo específico de uso do solo, mas esperado já que a região é conhecida pela produção de látex. Os corpos d'água (5%) são representados principalmente pelo espelho d'água da represa Nova Avanhandava que está dentro da área de estudo. A área urbana corresponde aos pequenos municípios da região.

#### Adequação a Legislação Ambiental

Na área de estudo não foram identificadas APPs em topo de morro e em áreas declivosas, conforme método proposto por Hott (2005); a maior altura foi de 54 metros (Figura 3).

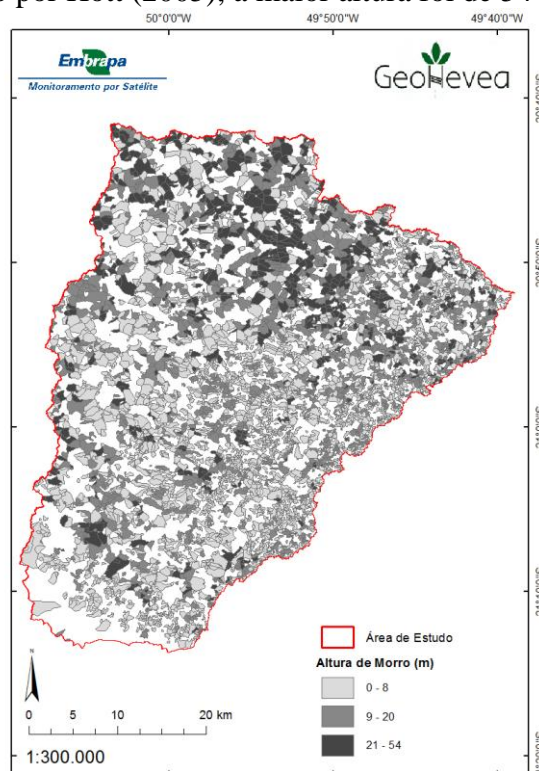


Figura 3: Mapa de topo de morro da área de estudo.

Da intersecção do mapa de uso dos solos com o mapa das APPs, com posterior cálculo das áreas resultantes da intersecção, obteve-se a composição do uso do solo nas APPs conforme mostra a Tabela 3.



Tabela 3: Composição do uso do solo em Área de Preservação Permanente (APP) total na área de estudo.

Classe de Uso	Área (ha)	%
Área Urbana	11,13	0,11
Corpos d'Água	258,99	2,67
Cultura Agrícola	1075,63	11,08
Cobertura Florestal	6561,89	67,58
Pasto	1340,05	13,80
Seringueira	246,87	2,54
Outro	215,42	2,22
<b>Total</b>	<b>9709,98</b>	<b>100</b>

Cerca de 70% das áreas de APPs encontram-se em situação regular conforme a legislação, ou seja, com cobertura florestal. As áreas de APP em situação irregular, em sua maior parte, são aquelas com presença de pastagens, 13,80% das APPs, e culturas agrícolas, 11,08% das APPs, o que era esperado, uma vez que são os usos predominantes na área de estudo. Também há irregularidade em APPs ocupadas por plantios de seringueiras (2,54%) e em áreas urbanas edificadas (1,22%) Áreas com outros usos correspondem a 2,22% da área total de APPs mapeada. A Figura 4 mostra um exemplo da situação das APPs em escala mais detalhada de uma parte da área de estudo com a localização das APPs em situação regular e irregular.

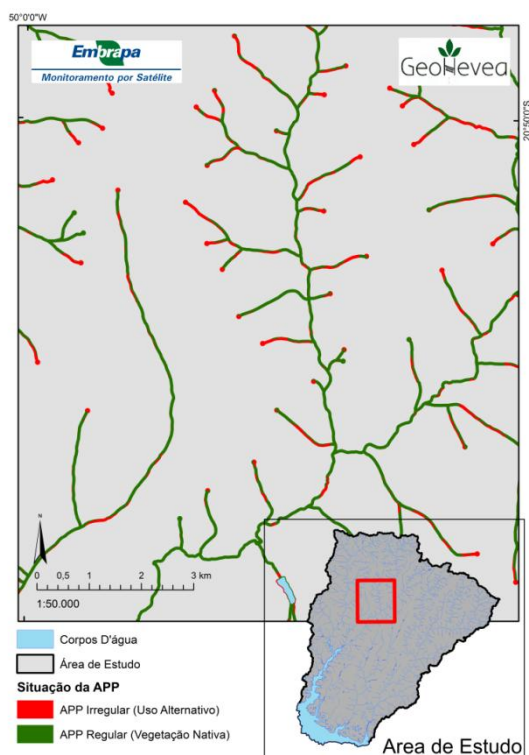


Figura 4: Mapa em detalhe da situação das Áreas de Preservação Permanente (APP).

Considerando um plano para a regularização das áreas de APP, pode-se focar em regiões de pastagem e culturas agrícolas, uma vez que são responsáveis pela maior parte das irregularidades.

#### 4. Conclusões

O método mostrou-se adequado para verificar áreas de APPs em situação regular conforme a legislação ambiental, ou seja, com cobertura florestal.

#### 5. Referências Bibliográficas

- BRASIL. Lei Federal nº 12.651 **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em 1 de abril de 2016.
- BRASIL. Resolução Conama Nº302 De 2002 - Áreas Protegidas – Áreas de Preservação Permanente. p. 86–88, 2002.
- BRUM, V. J. **Borracha natural e cultivo intercalar: um estudo na região de Barretos (SP) aplicando análise multicritérios**. 2012. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Paulista - Unip, São Paulo, 2012.
- CENTRO TECNOLÓGICO DA FUNDAÇÃO PAULISTA DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO (CETEC). **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Baixo Tietê UGRHI 19**. Lins: CETEC, 263 p. 2002.
- DATAGEO. Sistema Ambiental Paulista. **Inventário Florestal 2010**, Instituto Florestal - IF, 2010. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: 24 mai. 2016.
- DATAGEO. Sistema Ambiental Paulista. **Pedologia do Estado de São Paulo**, IAC, 2002. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: 27 mai. 2016.
- FRANCISCO, V. L. F. S.; BUENO, C. R. F.; CASTANHO FILHO, E. P.; VICENTE, M. C. M.; BAPTISTELLA, C. L. da S. **Análise comparativa da heveicultura no Estado de São Paulo**, 1995/96 e 2007/08. Informações Econômicas, v.39, n. 9, set. 2009, p. 21-33
- HOTT, M. C.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E. E. Um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo. **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 3061 – 3068, 2005.
- IAC. Centro de Seringueiras e Sistemas Agroflorestais. **Centro de Seringueiras e Sistemas Agroflorestais**. 2016. Disponível em <<http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/seringueira>>. Acesso em 8 de abril de 2016.
- INSTITUTO FLORESTAL – IF. **Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo**. São Paulo. 2010.
- MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. FRAGSTAT: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. **United States Department of Agriculture, Pacific Northwest Research Station.**, n. August, p. 120 pages, 1995
- SCALOPPI, E. J. J. **O poder público precisa olhar para os seringais**. In: AGRIANUAL 2015: anuário da agricultura brasileira. 20. ed. São Paulo: Informa Economics FNP, 2015. p. 403-404.
- TÔSTO, S. G. **GeoHevea: sustentabilidade, competitividade e valoração de serviços ecossistêmicos da heveicultura em São Paulo com uso de geotecnologias**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2 p., 2014.