



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

DANIEL CAMPANELLI DE ANDRADE

**METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DE ÁREA DE  
PRESERVAÇÃO PERMANENTE RIPÁRIA**

---

Londrina  
2018

DANIEL CAMPANELLI DE ANDRADE

**METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DE ÁREA DE  
PRESERVAÇÃO PERMANENTE RIPÁRIA**

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ralisch  
Coorientador: Profa. Dra. Teresinha Esteves da  
Silveira Reis

Londrina  
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Andrade, Daniel Campanelli de.

Metodologia para o dimensionamento de Área de Preservação Permanente ripária / Daniel Campanelli de Andrade. - Londrina, 2018.  
99 f. : il.

Orientador: Ricardo Ralisch.

Coorientador: Teresinha Esteves da Silveira Reis.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2018.  
Inclui bibliografia.

1. Erosão - Tese. 2. Legislação Florestal - Tese. 3. Fatores edafoclimáticos - Tese. 4. Fatores topográficos - Tese. I. Ralisch, Ricardo. II. Reis, Teresinha Esteves da Silveira. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

DANIEL CAMPANELLI DE ANDRADE

**METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DE ÁREA DE  
PRESERVAÇÃO PERMANENTE RIPÁRIA**

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ralisch  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Coorientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Teresinha Esteves da  
Silveira Reis  
Universidade Estadual do Norte do Paraná -  
UENP

---

Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira  
Universidade Estadual do Norte do Paraná -  
UENP

---

Prof. Dr. Luiz Carlos Reis  
Universidade Estadual do Norte do Paraná -  
UENP

---

Prof. Dr. Marcelo Augusto Aguiar e Silva  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Pedro Vendrame  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 18 de dezembro de 2018.

*Ao meu filho Francisco...*

*Que os resultados desta tese sirvam de inspiração, para que o homem entenda de uma vez por todas, que sem a devida preservação da natureza e uso de modelos sustentáveis de produção, não teremos no futuro, ambiente equilibrado para que nossos filhos vivam em paz.*

*Papai te ama muito...*

*“O ser humano acredita ser inteligente, mas na verdade, é apenas parte de um mecanismo inteligente, chamado vida. Precisamos nos reconciliar com a natureza e viver em sintropia com as demais formas de vida”.*

*Adaptado de Ernst Götsch*

ANDRADE, Daniel Campanelli de. **Metodologia para dimensionamento de Área de Preservação Permanente ripária**. 2018. 107f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

## RESUMO

Atualmente no Brasil cerca de 53% da vegetação nativa está inserida em propriedades rurais privadas, e cabe aos proprietários de terras zelar por essas formações naturais. Para tanto, regras são estabelecidas por meio de legislações, que determinam a quantidade e localidades que essas áreas de proteção devem ser estabelecidas. O atual código de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) é dado pela Lei nº12.651/2012. Essa legislação trouxe consigo mudanças em relação aos antigos dispositivos que regulamentavam o assunto. As principais mudanças na lei foram com relação as Áreas de Preservação (APP) marginais a meios hídricos. Essas formações ripárias foram substancialmente reduzidas pelas regras transitórias que tratam de áreas de APP com uso rural consolidado, e de certa forma deixou lacunas na parametrização dessas áreas em propriedades rurais com uso consolidado que possuam tamanho superior à quatro Módulos Fiscais (MF). O objetivo foi propor metodologia para determinação da largura de APP ripária, baseada em características topográficas e edafoclimáticas como: declividade, textura do solo, pluviosidade e uso e ocupação do solo. A tese também aplicou a metodologia de forma simulada em uma microbacia amostral afim de estabelecer a largura das APPs em propriedades rurais maiores que 4 MF com uso rural consolidado nas zonas ripárias. Com a metodologia proposta foi possível parametrizar a atribuição dos tamanhos de faixas de APP e por meio da aplicação simulada da metodologia chegou-se a proposta para as propriedades da microbacia de larguras de APP ripária variando entre 35 e 55 metros, valores determinados pela variabilidade dos elementos avaliados, conforme proposta metodológica.

**Palavras-chave:** Erosão. Legislação Florestal. Fatores edafoclimático. Fatores topográficos.

ANDRADE, Daniel Campanelli de. **Methodology for dimensioning of Riparian Permanent Preservation Area**. 2018. 107p. Thesis (Doctorate degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

### ABSTRACT

Currently in Brazil, approximately 53% of the native vegetation is inserted in private rural properties, and it is up to the owners of land to watch over these natural formations. Therefore, the rules are established by means of laws, which determine the quantity and locale that these areas of protection should be established. The current code of protection of native vegetation (LPVN) is given by the Law No. 12.651/2012. This legislation has brought three changes in relation to the old devices that regulated the subject. The main changes in the law were related to the areas of permanent conservation (APP), marginal water resources. These Riparian formations were substantially reduced by the transitional rules that deal with areas of APP with rural use consolidated, and somehow left gaps in the parameterization of these areas in the rural properties with consolidated use which have size exceeds the four fiscal modules (FM). The objective was to propose a methodology for determination of the width of riparian APP, based on climatic and topographic characteristics as: declivity, soil texture, rainfall and the use and occupation of the soil. The thesis also applied the methodology of simulated form in a sample watershed in order to establish the width of APPs in rural properties larger than 4 FM with rural use consolidated in the riparian zones. With the methodology proposed was possible parameterize the allocation of sizes of bands of APP and by means of simulated application of the methodology is proposed for the properties of the watershed of riparian APP widths ranging between 35 and 55 meters, values determined by the variability of the elements evaluated, as a methodological proposal.

**Keywords:** Erosion. Forestry Legislation. Edaphoclimatic factors. Topographic factors.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 2.1 –</b>	Largura de área ripária preservada e serviços ecossistêmicos (SE).....	19
<b>Figura 2.2 –</b>	Regras transitórias para Área de Preservação Permanente em Lagos e lagoas.....	21
<b>Figura 2.3 –</b>	Área de Preservação Permanente em rios, ribeirões e riachos.....	24
<b>Figura 2.4 –</b>	Largura da Área de Preservação Permanente segundo regras transitórias.....	26
<b>Figura 2.5 –</b>	Área de Preservação Permanente em lagos e lagoas segundo regras transitórias.....	27
<b>Figura 3.1 –</b>	Avaliação de textura do solo pelo tato.....	61
<b>Figura 3.2 –</b>	Precipitação média anual nas diversas regiões do Brasil.....	62
<b>Figura 3.3 –</b>	Duração do período chuvoso nas diversas regiões do Brasil.....	63
<b>Figura 4.1 –</b>	Caracterização da área de estudo (Microbacia Água da Divisa).....	74
<b>Figura 4.2 –</b>	Microbacia Água da Divisa com destaque para as 6 propriedades $\geq 4$ MF.....	76
<b>Figura 4.3 –</b>	Dados da estação meteorológica de Bandeirantes – PR (UENP).....	77
<b>Figura 4.4 –</b>	Avaliação de textura do solo pelo tato.....	82
<b>Figura 4.5 –</b>	Precipitação média anual nas diversas regiões do Brasil.....	83
<b>Figura 4.6 –</b>	Duração do período chuvoso nas diversas regiões do Brasil.....	84

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1 –</b>	Classificação dos imóveis rurais do município de Bandeirantes, PR.....	48
<b>Tabela 3.1 –</b>	Níveis de declividade e respectivas classes, segundo nomenclatura elaborada por Ramalho Filho e Beek (1995). .....	58
<b>Tabela 3.2 –</b>	<i>Fator D</i> - Declividade e os respectivos adicionais de APP .....	59
<b>Tabela 3.3 –</b>	<i>Fator T</i> - Textura e os respectivos adicionais de APP.....	61
<b>Tabela 3.4 –</b>	Pluviosidade, duração média do período chuvoso e de intervalos possíveis de intensidade pluviométrica para as diferentes regiões do país.....	64
<b>Tabela 3.5 –</b>	<i>Fator P</i> – Pluviosidade e seus respectivos adicionais de APP.....	65
<b>Tabela 3.6 –</b>	Compilado da variação dos dados do fator C (uso e ocupação do solo). .....	66
<b>Tabela 3.7 –</b>	<i>Fator U</i> – Uso e ocupação do solo e seus respectivos adicionais de APP.....	67
<b>Tabela 3.8 –</b>	Fatores abordados pela metodologia proposta (APP LEGAL), suas classes de acordo com os agravantes e respectivos adicionais de APP (AA) .....	68
<b>Tabela 4.1 –</b>	Níveis de declividade e respectivas classes, segundo nomenclatura elaborada por Ramalho Filho e Beek (1995). .....	79
<b>Tabela 4.2 –</b>	<i>Fator D</i> - Declividade e os respectivos adicionais de APP .....	80
<b>Tabela 4.3 –</b>	<i>Fator T</i> - Textura e os respectivos adicionais de APP.....	82
<b>Tabela 4.4 –</b>	Pluviosidade, duração média do período chuvoso e de intervalos possíveis de intensidade pluviométrica para as diferentes regiões do país.....	85
<b>Tabela 4.5 –</b>	<i>Fator P</i> – Pluviosidade e seus respectivos adicionais de APP.....	86
<b>Tabela 4.6 –</b>	Compilado da variação dos dados do fator C (uso e ocupação do solo). .....	87
<b>Tabela 4.7 –</b>	<i>Fator U</i> – Uso e ocupação do solo e seus respectivos adicionais de APP.....	88

<b>Tabela 4.8 –</b>	Fatores abordados pela metodologia proposta (APP LEGAL), suas classes de acordo com os agravantes e respectivos adicionais de APP (AA) .....	89
<b>Tabela 4.9 –</b>	Estatística descritiva das propriedades rurais da microbacia do estudo.....	90
<b>Tabela 4.10 –</b>	Área e Módulos Fiscais das propriedades maiores que 4 MF .....	90
<b>Tabela 4.11 –</b>	Classes de tamanho das propriedades rurais da microbacia .....	91
<b>Tabela 4.12 –</b>	Propriedades maiores ou menores que 4MFs na microbacia de estudo.....	91
<b>Tabela 4.13 –</b>	Declividade da microbacia e respectivos percentuais de área.....	92
<b>Tabela 4.14 –</b>	Classes de declividade nas propriedades maiores que 4 MF .....	92
<b>Tabela 4.15 –</b>	Solos da microbacia Água da Divisa e respectivos percentuais de área. ....	93
<b>Tabela 4.16 –</b>	Classes de solo das propriedades maiores que 4 MF .....	94
<b>Tabela 4.17 –</b>	Classes de pluviosidade das propriedades maiores que 4 MF .....	95
<b>Tabela 4.18 –</b>	Classes de uso e ocupação do solo nas propriedades maiores que 4MF .....	96
<b>Tabela 4.19 –</b>	Resultado das larguras estabelecidas de acordo com a met. APP Legal.....	96

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 2.1</b>	–	Áreas de Preservação Permanente ripária (artigo 61 da Lei nº12.651/2012.....	17
<b>Quadro 2.2</b>	–	Áreas de Preservação Permanente ripária (artigo 61-A da Lei nº12.727/2012.....	18
<b>Quadro 3.1</b>	–	Fatores componentes da metodologia “APP Legal” .....	56
<b>Quadro 4.1</b>	–	Fatores componentes da metodologia “APP Legal” .....	78

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Adicional de APP
APP	Área de Preservação Permanente
ARC	Área Rural Consolidada
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CFB	Código Florestal Brasileiro
CGU	Consultoria Geral da União
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUPS	Equação Universal de Perda de solo
FP	Florestas Protetoras
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IP	Intensidade Pluviométrica
ITR	Imposto Territorial Rural
LPVN	Lei de Proteção da Vegetação Nativa
MF	Módulo Fiscal
PI	Plano de Informação
PRA	Programa de Regularização Ambiental
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
RL	Reserva Legal
RT	Regras Transitórias
RUSLE	Revised Universal Soil Loss Equation
SAAAT	Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras
SPRING	Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas
UFs	Unidades Federativas
URC	Uso Rural Consolidado
URC	Uso Rural Consolidado
USDA	United State Department of Agriculture
USLE	Universal Soil Loss Equation
ZA	Zoneamento Ambiental

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1	HIPÓTESE.....	15
1.2	OBJETIVOS .....	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
2.1	A EXTENUAÇÃO METODOLÓGICA DA LEI N° 12.651/2012.....	16
2.2	LEGISLAÇÕES PARA DETERMINAÇÃO DE APPs RIPÁRIAS.....	23
2.3	A IMPORTÂNCIA DAS APPs RIPÁRIAS PARA A AGRICULTURA.....	28
2.4	O PROCESSO DE EROÇÃO .....	30
2.4.1	Equação Universal de Perda de Solo (EUPS).....	32
2.4.1.1	Erosividade da chuva (Fator R) .....	32
2.4.1.2	Erodibilidade do solo (Fator K) .....	33
2.4.1.3	Comprimento e declividade da rampa - Fator Topográfico (Fator LS).....	34
2.4.1.4	Uso, manejo do solo e práticas conservacionistas (Fator CP) .....	35
2.5	SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DE TERRAS .....	36
2.5.1	Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SAAAT).....	37
2.5.2	Manual Para o Levantamento do Meio Físico e Classificação de Terras No Sistema de Capacidade de Uso .....	39
2.6	SERVIÇOS AMBIENTAIS E ECOSSISTÊMICOS .....	40
2.6.1	Serviços Ambientais .....	40
2.6.2	Serviços Ecosistêmicos .....	41
2.6.3	Serviços Ecosistêmicos na Agricultura .....	43
2.7	CONCEITO DE IMÓVEL RURAL.....	44
2.7.1	As classificações de Tamanho de Propriedades Rurais.....	45
2.8	GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA NA DELIMITAÇÃO DE APP .....	49
<b>3</b>	<b>ARTIGO A – Proposta metodológica para dimensionamento de Área de Preservação Permanente ripária</b> .....	52
3.1	INTRODUÇÃO .....	54
3.2	MATERIAL E MÉTODOS .....	55
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	57

3.4	CONCLUSÃO .....	68
<b>4</b>	<b>ARTIGO B – Determinação de Área de Preservação Permanente ripária utilizando a metodologia ‘APP legal’ .....</b>	<b>70</b>
4.1	INTRODUÇÃO .....	72
4.2	MATERIAL E MÉTODOS .....	74
4.2.1	Metodologia “APP Legal” .....	78
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	89
4.4	CONCLUSÃO .....	97
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>98</b>
	<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>99</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a sua criação, o Código Florestal Brasileiro (CFB) é o principal regramento destinado à proteção da vegetação natural existente nas propriedades rurais (SPAROVEK et al., 2010), o que representa 329 milhões de hectares distribuídos ao longo de todo o território rural do país (IBGE, 2007). A lei também apresenta regras específicas para proteção de áreas ambientalmente frágeis, como leitos de rio, topos de morro, áreas alagáveis e outros ecossistemas de relevância específica, estando em áreas públicas ou privadas.

A primeira Lei de Proteção a Vegetação Natural (LPVN) surgiu ainda no início do século passado, com o Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Esse decreto classificou as florestas em quatro categorias: florestas protetoras, remanescentes, modelo e de rendimento, além de limitar sua exploração e desmate em terras privadas a três quartas partes (3/4) da área florestal presente e/ou existente nas propriedades rurais. Essa regra ficou conhecida como quarta parte ou simplesmente a “quarta de mata”, e é análoga ao atual modelo de RL (GANEM; ARAÚJO, 2010). O conceito de APP está presente nessa lei com o nome de “Florestas Protectoras (FP)”, definição que já aparecia no Decreto nº 4.421, de 28 de dezembro de 1921, que limitava sua exploração a casos específicos, mediante replantio (ARAÚJO, 2011).

Esta primeira LPVN de 1934 foi substituída em 1965 pela Lei nº 4.771, lei que estabeleceu os dois principais instrumentos de proteção da vegetação nativa no interior de propriedades rurais privadas, tais quais são definidos hoje: as APPs e as RLs. Já na época, as APPs destinavam-se à proteção da vegetação em áreas sensíveis, sendo restritas quanto ao seu uso, e as RLs a uma cota de vegetação natural, de tamanho variável, que deveria ser mantida no interior da propriedade, podendo ser explorada mediante práticas sustentáveis (SILVA; MARQUES; SAMBUICHI, 2016).

Na versão original da lei, as cotas de RL eram de 50% para a Amazônia Legal e 20% para as demais regiões. Em 1995, motivado pelo aumento do desmatamento da Amazônia, o governo federal editou a Medida Provisória (MP) nº 1.511, de 25 de julho de 1996, que aumentou para 80% a cota de RL na Amazônia Legal (AL). Essa MP foi reeditada muitas vezes até que, em 2001, deu origem à MP

nº2.166/67, que permitiu a redução da RL na AL para 50% da área em imóveis que apresentassem zoneamento ecológico econômico. Permitiu, ainda, incluir a APP para cômputo da RL e, por fim, a compensação da RL em outras propriedades, desde que na mesma microbacia (ARAÚJO, 2011; CREPANI et al., 2001).

O Código Florestal de 1965 esteve vigente até o ano de 2012, quando, após um intenso debate no Congresso Nacional, foi substituído pela Lei nº12.651/2012, que passou a ser o novo regramento jurídico a dispor sobre a proteção da vegetação nativa no Brasil. Posteriormente, outros dispositivos jurídicos vieram a complementar essa lei, como a Lei nº12.727, de 17/10/2012, derivada da MP nº571, de 25/5/2012, e os decretos nºs7.830, de 17/10/2012, e 8.235, de 5/5/2014, e, mais recentemente, a Lei nº13.295, de 14/6/2016 que trata da prorrogação do prazo para inscrição dos imóveis rurais no Cadastro Ambiental Rural (CAR).

As discussões para mudanças na Lei nº4.771/1965 foram acaloradas, e grande parte do debate realizado no Congresso Nacional pautou-se na alteração das métricas da RL e da APP. Tais discussões foram motivadas pelas métricas de proteção estabelecidas na MP nº2.166-67/2001 e pela possibilidade de multas e penalidades a quem descumprisse as regras estabelecidas na Lei de Crimes Ambientais (Lei nº9.605, de 12 de fevereiro de 1998) e no decreto que a regulamenta (Decreto nº6.514, de 22 de julho de 2008).

Segundo parlamentares e ruralistas que reivindicavam a alteração do Código Florestal, se lei de 1965 fosse integralmente cumprida, a agricultura se tornaria inviável no Brasil. Essa alegação embasou-se no grande volume de multas que potencialmente seriam aplicadas, considerando as áreas de passivos ambientais existentes, e na possibilidade de conversão dessas áreas de passivos, então ocupadas por atividade agrícola, em áreas florestais. Estimava-se, até então, a existência de pelo menos 85 milhões de hectares de passivos de APPs e RLs nas propriedades rurais (SPAROVEK et al., 2010).

Na época, cientistas e ambientalistas ressaltavam a importância de se manter as regras de proteção da vegetação para garantir o funcionamento dos ecossistemas em estados desejáveis. Era argumentado que a redução da área agrícola seria compensada pela crescente eficiência de produção e que, portanto, a regulamentação das áreas de proteção da vegetação natural, conforme as dimensões

definidas no Código Florestal, não implicaria restrições ao aumento da produção agrícola (MARTINELLI et al., 2010).

Ao fim da discussão que deu origem à nova lei, os principais instrumentos do Código Florestal de 1965, as APPs e as RLs, foram mantidos, porém, tiveram suas métricas alteradas e condicionadas a recortes fundiários. O Módulo Fiscal (MF), criado pela Lei nº6.746, de 10 de dezembro de 1979, para fins de cálculo do Imposto Territorial Rural (ITR), passou a ser utilizado no CFB como parâmetro para definição das novas dimensões das APPs e RLs, o que gerou, em termos absolutos, uma redução da área a ser recuperada. Na prática, a aprovação da nova lei implicou a anistia das multas e sanções decorrentes de desmatamentos ilegais realizados antes da promulgação da Lei de Crimes Ambientais (2008), e na isenção, principalmente para os pequenos produtores, da obrigatoriedade de recuperar áreas desmatadas (SILVA; MARQUES; SAMBUICHI, 2016).

A principal alteração da nova LPVN se dá no artigo 61-A, alvo de diversas audiências públicas de inconstitucionalidade (ADIs), artigo que deixa a cargo do Programa de Regularização Ambiental (PRA) a determinação da largura da faixa de APP a ser preservada ou recuperada, em áreas rurais consolidadas com uso agrossilvipastoril ou de turismo rural, ocupadas anteriormente a 22 de julho de 2008, com área superior a quatro módulos fiscais (MFs). O artigo simplesmente estabelece para esses casos que a área destinada a APP pode variar de 20 a 100 metros e deve ser estabelecido pelo PRA, não sendo parametrizado regra para o estabelecimento da largura exata dessas APPs (BRANCALION et al., 2016).

A maneira como se encontram na atual legislação florestal (Lei nº12.651/2012) as regras para o estabelecimento de Área de Preservação Permanente ripária, em propriedades rurais com área superior a quatro módulos fiscais que apresenta uso rural consolidado em áreas ribeirinhas, está subjetivo. De acordo com o formato que os estados irão dar para o dispositivo de lei que parametrizará tal regra, há risco iminente de que independente das características ambientais, seja estabelecido APP de apenas 20 metros (mínimo exigido por lei).

## 1.1 HIPÓTESE

O modo como a atual Lei de Proteção a Vegetação Nativa determina a largura das Áreas de Preservação Permanente (APP) ripárias em áreas com Uso Rural Consolidado de imóveis rurais maiores que quatro Módulos Fiscais é subjetiva, o que pode ocasionar diversos problemas ambientais, principalmente em termos de depredação da qualidade do solo e da água. Como hipótese desta tese, tem-se que, o desenvolvimento de metodologia para a determinação das larguras das APPs ripárias utilizando fatores edafoclimáticos e topográficos, pode eliminar tal subjetividade.

## 1.2 OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo, propor metodologia baseada em fatores edafoclimáticos e topográficos, que possibilite o dimensionamento de Área de Preservação Permanente (APP) ripária.

Em uma microbacia amostral, realizar a aplicação de forma simulada da metodologia apresentada, afim de, determinar as larguras de Áreas de Preservação Permanente ripária, em propriedades rurais com área superior à quatro módulos fiscais (MFs), que apresentem uso rural consolidado em áreas ripárias.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A EXTENUAÇÃO METODOLÓGICA DA LEI Nº 12.651/2012

Em termos de Áreas de Preservação Permanente (APP) ripárias da Lei nº 12.651/2012 em relação ao antigo código florestal (BRASIL, 1965), não houve alterações, tendo as mesmas larguras impostas pela legislação anterior (Lei Federal 4.771/1965), regra baseada exclusivamente na largura do leito do rio.

Tratando-se de parâmetro para o início do cômputo do leito houve alterações, pois, a Lei nº 12.651/2012 usa como ponto inicial para o marco desta faixa marginal a vazante normal (menor nível sazonal dos meios hídricos) e não mais nas cheias como era utilizado na Lei anterior (Lei Federal 4.771/1965).

Silva et al. (2012) concluíram que essa mudança no modo de interpretação causa um duplo efeito: i) reduz a extensão da largura do rio (que antigamente incluía a planície de inundação anual), fazendo com que dimensão da faixa de proteção possa ser reduzida; e ii) reduz a proteção das áreas de várzea, principalmente em rios com amplas planícies de inundação (como no caso de muitos rios do Pantanal e Amazônia).

As várzeas desempenham importantes funções ecossistêmicas e hidrológicas. Dissipam as forças erosivas do escoamento superficial de águas pluviais, controlam enchentes, facilitam a deposição de sedimentos suspensos na água, além de constituírem sítios de alimentação e abrigo para muitas espécies da flora e fauna (SILVA et al., 2012).

José Luiz de Attayde, em sua explanação em audiência pública sobre o código florestal 12.621/2012, concluiu que os dispositivos da lei que reduzem a largura das APPs e modificam o bordo de referência dos rios, do nível mais alto do curso d'água para o leito regular (menor nível), ameaçando a integridade dos ecossistemas aquáticos continentais, assim como dos serviços ambientais prestados para a sociedade. (ATTAYDE, 2016).

Tais dispositivos representam retrocesso legislativo em termos de matéria socioambiental e violam de forma direta o art. 225 da Constituição Federal Brasileira (CFB) de 1988 (LOPES; TEIXEIRA, 2016), bem como o art. 186, I e II do texto constitucional, que menciona:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Art. 186. A função social é cumprida quando a propriedade rural atende, simultaneamente, segundo critérios e graus de exigência estabelecidos em lei, aos seguintes requisitos:

I - Aproveitamento racional e adequado;

II - Utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente (BRASIL, 1988).

Surge na Lei nº 12.651/2012 o termo Área Rural com Uso Consolidado (ARC), que trata de áreas que, segundo a legislação, deveriam estar preservadas como APP, porém, nunca foram integralmente florestadas, ou isoladas para que houvesse regeneração natural por sucessão ecológica, e permaneceram ao longo dos anos com uso e ocupação agrossilvipastoril (BRASIL, 2012).

Para as ARUC a Lei nº 12.651/2012 estabelecia no artigo 61 faixas de APP ripárias, que eram determinadas de acordo com o tamanho da propriedade rural em módulos fiscais (MFs), e estipulava limites máximos da propriedade rural a ser ocupada com APP (Quadro 2.1).

**Quadro 2.1** – Áreas de Preservação Permanente ripária (artigo 61 da Lei nº12.651/2012).

<b>Áreas de Preservação Permanente Ripárias</b>			
Tamanho da propriedade	APP (metros)		Área máxima com APP
<i>Módulos Fiscais</i>	<i>Rio até 10m</i>	<i>Rio &gt; 10m</i>	%
< 1	5	5	10
> 1 < 2	8	8	10
> 2 < 4	15	15	20
> 4 < 10	20	30-100	Recuperação integral
> 10	30	30-100	Recuperação integral

**Fonte:** compilado a partir da Lei nº12.651/2012.

Nas regras transitórias, anteriores às mudanças ocasionadas pela Lei nº12.727/2012, o modo como era determinada a APP era baseado na quantidade de MFs que compunham a propriedade rural e numa sentença binária: rio maior ou menor que dez metros de largura de leito; porém, havia métrica bem definida de APP para todos os tamanhos de propriedade rural, com limites de percentual da propriedade a

ser preservado. A lei abrangia desde minifúndios, com área inferior a um MF, até médias e grandes propriedades, com área superior à dez MFs, estabelecendo valores claros para as larguras de APP (BRASIL, 2012).

A substituição do artigo 61 pelo artigo 61-A, realizada pela Lei nº12.727 em outubro de 2012, colocou de lado a largura do rio como regra, passando a se basear exclusivamente no número de MFs que compõe a propriedade rural para determinação da largura da APP e deixou uma lacuna na determinação do tamanho da APP em propriedades com mais de 4 MFs (Quadro 2.2).

**Quadro 2.2** – Áreas de Preservação Permanente ripária (artigo 61-A da Lei nº12.727/2012)

<b>Áreas de Preservação Permanente Ripárias</b>		
Tamanho da propriedade	APP	Área APP
<i>Módulo Fiscal (MF)</i>	<i>Metros (m)</i>	<i>Percentual (%)</i>
0-1	5	10
>1-2	8	10
>2-4	15	20
>4	20-100*	Recuperação integral

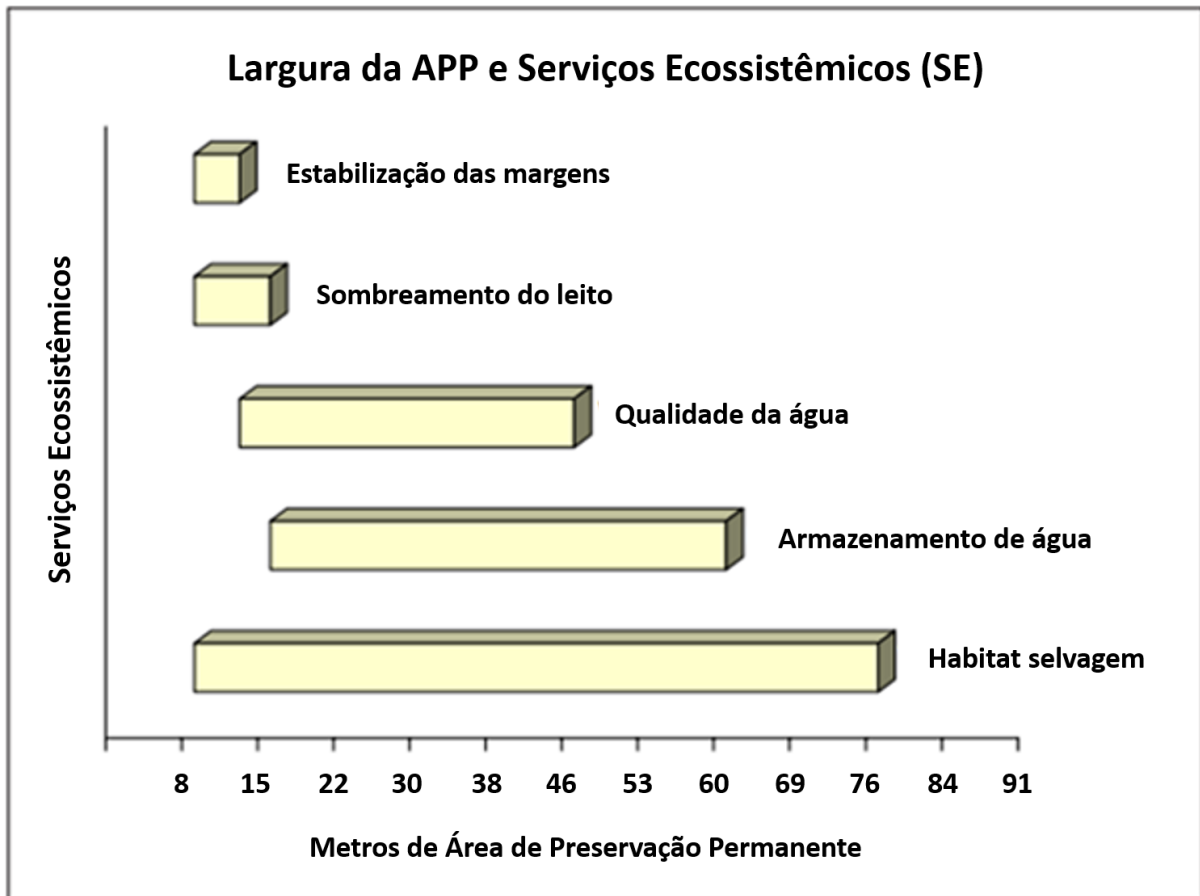
\*Largura da APP de acordo com a determinação do Programa de regularização Ambiental (PRA).

**Fonte:** compilado a partir da Lei nº12.727/2012.

A presença de floresta natural em áreas ripárias pode desempenhar diversas funções eco-hidrológicas, como a regulação da quantidade de água, o controle da erosão e o aporte de sedimentos, conseqüentemente, influenciando nos parâmetros físico-químicos dos cursos d'água (LIMA; FERAZ; FERRAZ, 2013).

Segundo estudos realizados pelo Departamento Americano de Agricultura (USDA), quando estudadas diferentes larguras de faixas de preservação com floresta ripária, e analisado os principais serviços ecossistêmicos e ambientais efetivamente desempenhados, faixas florestais com largura entre cinco a dez metros pouco colaboram com tais serviços (FLANAGAN; NEARING, 1995) (Figura 2.1)

**Figura 2.1 – Largura de área ripária preservada e serviços ecossistêmicos (SE).**



Fonte: Adaptado de USDA (2003)

De acordo com o estudo da USDA, em que foram analisadas diferentes larguras de zona florestal ripária e os respectivos Serviços Ecossistêmicos (SE) desempenhados, chegou-se à conclusão que são necessários mais de 76 metros de área florestal ripária para garantia da continuidade desses serviços (NEARING, 1997).

Segundo Metzger (2010), as zonas ripárias desempenham múltiplas funções, incluindo a fixação de solo, proteção de recursos hídricos e conservação de fauna e flora, deve-se pensar na largura mínima, suficiente para que a APP desempenhe de forma satisfatória todas essas funções. Por consequência, a definição desta largura no âmbito do Código Florestal Brasileiro (CFB) deveria respeitar a função mais exigente em termos florestais.

Assim como nos rios, as regras transitórias para ARCs ocorrem também para nascentes e lagos, sendo estabelecidas larguras de APP

exclusivamente de acordo com o tamanho da propriedade rural. Novamente, não é levando em consideração quaisquer fatores técnicos no momento da determinação da largura da APP (BRASIL, 2012).

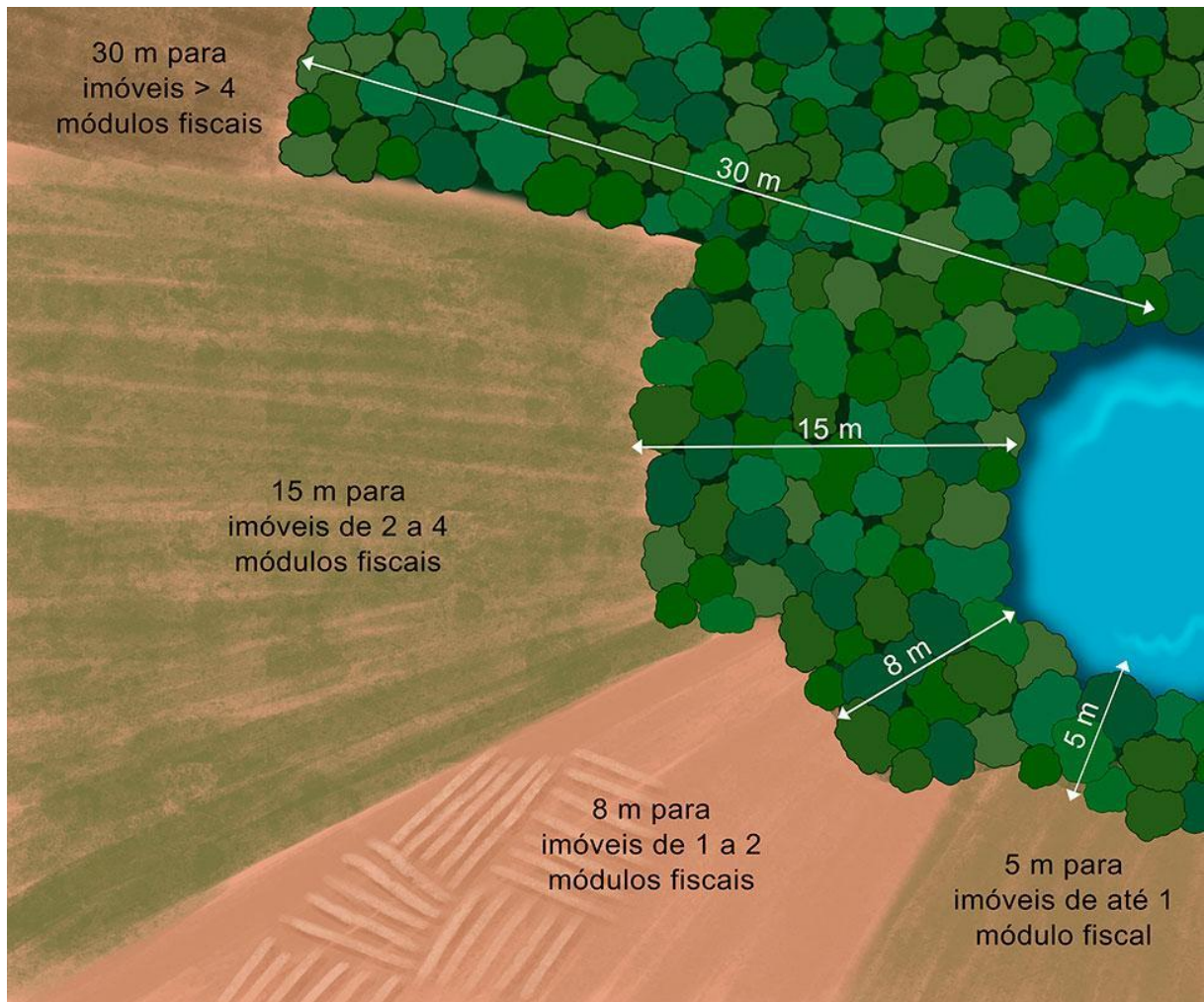
Para nascentes, deixa-se bem claro na redação de lei que em propriedades com Uso Rural Consolidado (URC), deve ser preservado como APP um raio de 15 metros, independente da topografia local.

Souza e Matricardi (2013) propõem que o cômputo da APP em nascentes seja iniciado após o termino da zona ripária, ou seja, logo após o fim da ocorrência de solos hidromórficos encontrados a 50 centímetros de profundidade no perfil do solo. Segundo o autor a APP seria uma faixa de 50 metros de largura após o termino da zona que possa a vir a ser alagada ou úmida em determinadas épocas do ano, resultando em área variável e não um raio de 50 metros contados a partir do início do “olho d’água” como previsto na Lei Federal 12651/2012, ou os ínfimos 15 metros de raio, no caso de nascentes em local de uso consolidado atividades rurais consolidadas.

Segundo Ferreira e Magalhães Jr. (2018) existem nascentes difusas, que se trata de áreas úmidas, comumente tratadas como pântanos, mangues, veredas ou simplesmente como brejos, mas são na verdade sistemas ambientais singulares e complexos, periódica ou permanentemente inundados e ainda pouco estudados no Brasil. A legislação não apresenta tal interpretação, ela apenas considera que deve ser determinado um pouco central e a partir dele determinar a APP.

No caso de formações hídricas do tipo lagos, as regras também são abrandadas quando se trata de ARC; enquanto nas regras comuns, em ambas as leis era considerado como APP cinquenta metros às margens de formações com menos de vinte hectares de lâmina d’água, cem metros de APP para lagos com lâmina d’água superior a 20 hectares e trinta metros para lagos em perímetro urbano. Nas regras transitórias da Lei nº12.651/2012 para esse tipo de corpo d’água, novamente deixou-se de lado o pouco de critério técnico que era o tamanho do espelho d’água e figura também o tamanho da propriedade rural em MFs (Figura 2.2).

**Figura 2.2** – Regras transitórias para Área de Preservação Permanente em Lagos e lagoas



**Fonte:** Cartilha do Novo Código Florestal Brasileiro (2013, p. 05).

Diversos critérios técnicos poderiam ter sido utilizados nas redações de lei para torná-las mais técnicas, como: a declividade da margem do meio hídrico, a matriz e textura do solo, o regime hídrico da região e o uso e ocupação do solo no entorno dessas áreas. Fatores que poderiam estar aliados aos socioeconômicos, como o tamanho de propriedade rural e a valoração da renda média obtida com a atividade desempenhada (GASS, 2015).

Gass (2015) ainda discorre sobre o Zoneamento Ambiental (ZA) como subsídio para a definição de APP, defendendo o uso de elementos da paisagem para a realização de zoneamento, que futuramente poderia vir a servir como parâmetro na determinação da largura da APP.

Monteiro (2014) abordou em sua tese indicadores de fragilidade à erosão no apoio a definição de APP em rios e defendeu a importância da criação de protocolos de avaliação rápida da suscetibilidade a erosão em taludes fluviais, pois a omissão desses fatores pode comprometer a qualidade ambiental dos meios hídricos devido à possíveis deslizamentos e assoreamentos das margens de córregos, nascentes e outros corpos d'água.

No decorrer do estudo das Leis de Proteção a Vegetação Nativa (LPVN), notou-se conhecimento por parte dos órgãos governamentais de metodologias eficientes para criação de leis para determinação de APP com respaldo técnico-científico, porém essas informações não foram utilizadas nos dispositivos da lei. Como exemplo, o estudo do qual foi retirado a figura 2.1, a Nota Técnica nº 12/2012/GEUSA/SIP da Agência Nacional das Águas (ANA) de 09 de maio de 2012, denominado: Avaliação da definição de faixa de largura mínima para as áreas de proteção permanente ao longo dos cursos d'água do ponto de vista dos recursos hídricos (ANA, 2012).

Além destas omissões, o texto da Lei nº12.651/2012 excluía a proteção de nascentes e cursos d'água efêmeros, contemplando apenas os meios hídricos perenes. Apesar de não se tratar de águas advindas de reservas subterrâneas ou aquíferos confinados, estas fontes hídricas intermitentes são de suma importância para a manutenção de córregos, assim como para os mananciais de abastecimento (TAMBOSI, 2015).

Felizmente a exclusão de APP em meios hídricos efêmeros foi vetada por Ação Direta de Inconstitucionalidade de dispositivos relativos ao entorno de nascentes e olhos d'água intermitentes. Foi atribuída interpretação conforme a Constituição Federal e definido que meios hídricos efêmeros devem ser considerados de conservação, proteção e de preservação permanente (STF, 2018).

## 2.2 LEGISLAÇÕES PARA DETERMINAÇÃO DE APPS RIPÁRIAS

Em 25 de maio de 2012, foi publicada a Lei nº 12.651/2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 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 nºs 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. No dia 17 de outubro do mesmo ano, foi publicada a Lei nº 12.727/2012, alterando itens pontuais da Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012 A; B).

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente (APP), em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012)

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - As áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

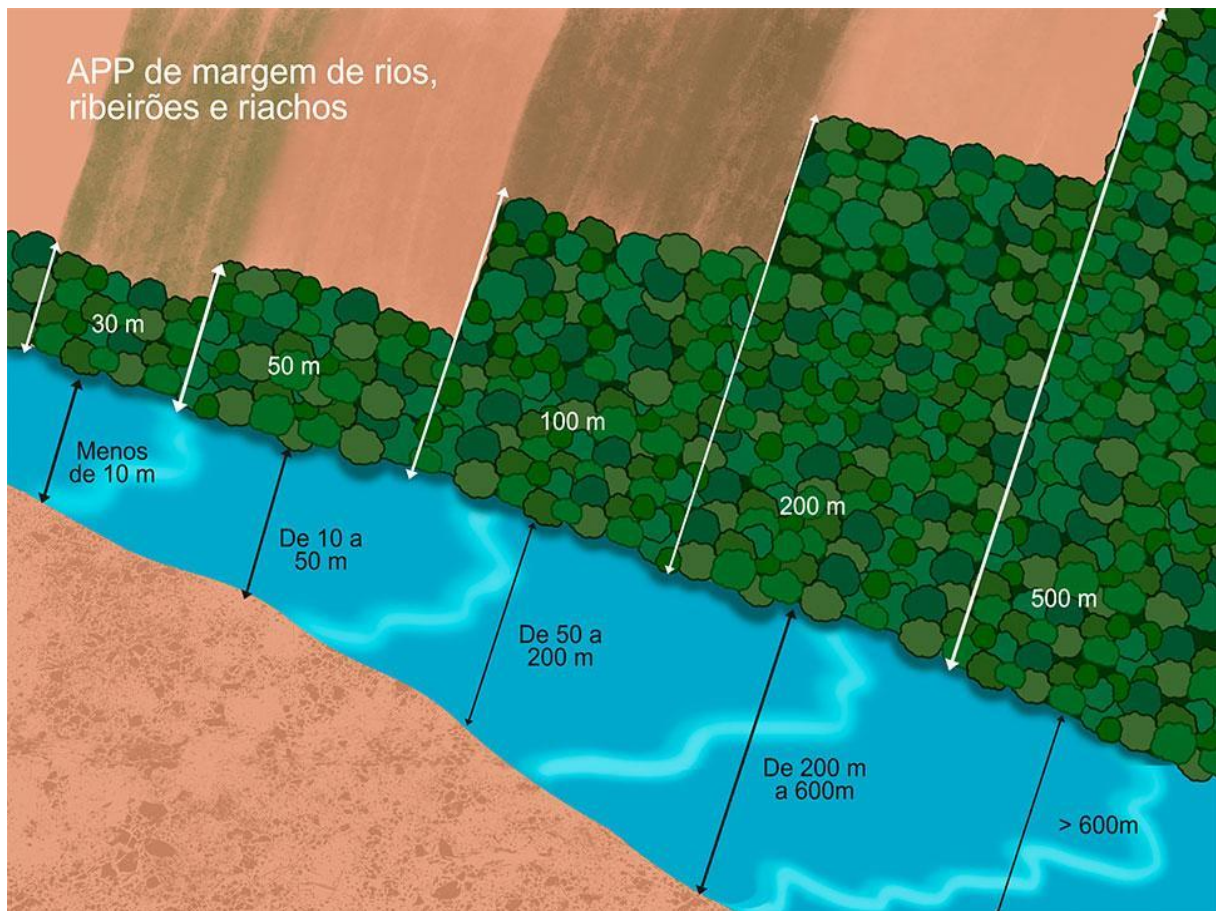
- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012) (BRASIL, 2012a; b).

Na Figura 2.3 tem-se as larguras de APPs em rios, de acordo com a Lei 12.651/2012.

**Figura 2.3** – Área de Preservação Permanente em rios, ribeirões e riachos



**Fonte:** Cartilha do Novo Código Florestal Brasileiro (2013, p. 03).

De modo geral, a Lei nº 12.651/2012 continua impondo APP com mesmas larguras mínimas a serem preservadas e/ou recompostas que eram estabelecidas pelo antigo código (Lei nº 4771/1965). Porém, o artigo 61-A dá um enfoque muito mais socioeconômico do que ambiental na determinação das APPs em áreas consolidadas anteriormente a 22 de julho de 2008, comprovadas no cadastro ambiental rural (CAR). Essa nova regra, denominada de Regra Transitória (RT), leva em consideração o tamanho da propriedade rural em número de Módulos Fiscais (MF) no momento da determinação das larguras de APP (PARRA;CENCI, 2017). Dessa forma, as faixas de APP é de:

“I - 5 (cinco) metros, para imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

II - 8 (oito) metros, para imóveis rurais com área superior a 1 (um) módulo fiscal e de até 2 (dois) módulos fiscais; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

III - 15 (quinze) metros, para imóveis rurais com área superior a 2 (dois) módulos fiscais e de até 4 (quatro) módulos fiscais; e (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

IV – 20 a 100 (vinte a cem) metros, para imóveis rurais com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais, de acordo com a determinação do Programa de regularização Ambiental (PRA) (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012)”.

§ 5º - Nos casos de áreas rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes e olhos d’água perenes, será admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição do raio mínimo de 15 (quinze) metros. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

§ 6º Para os imóveis rurais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de lagos e lagoas naturais, será admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição de faixa marginal com largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

I - 5 (cinco) metros, para imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

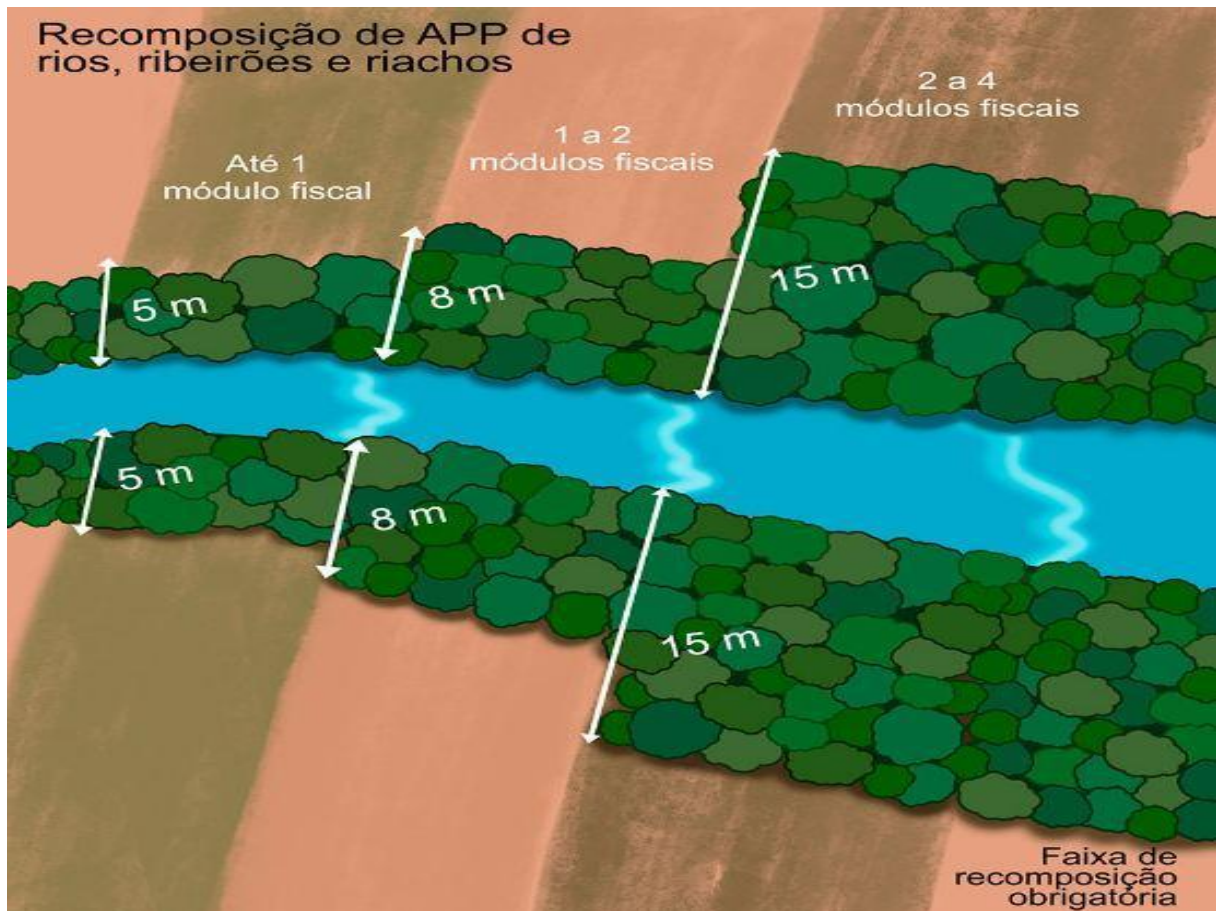
II - 8 (oito) metros, para imóveis rurais com área superior a 1 (um) módulo fiscal e de até 2 (dois) módulos fiscais; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

III - 15 (quinze) metros, para imóveis rurais com área superior a 2 (dois) módulos fiscais e de até 4 (quatro) módulos fiscais; e (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

IV - 30 (trinta) metros, para imóveis rurais com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais. (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012) (BRASIL, 2012a; b).

No inciso IV do artigo 61-A se nota a subjetividade na determinação da largura da APP, quando se deixa imposto a um Programa de Regularização Ambiental (PRA) o estabelecimento de tal largura. De acordo com as RTs para APPs marginais a rios, as larguras de APP poder ser vistas na Figura 2.4.

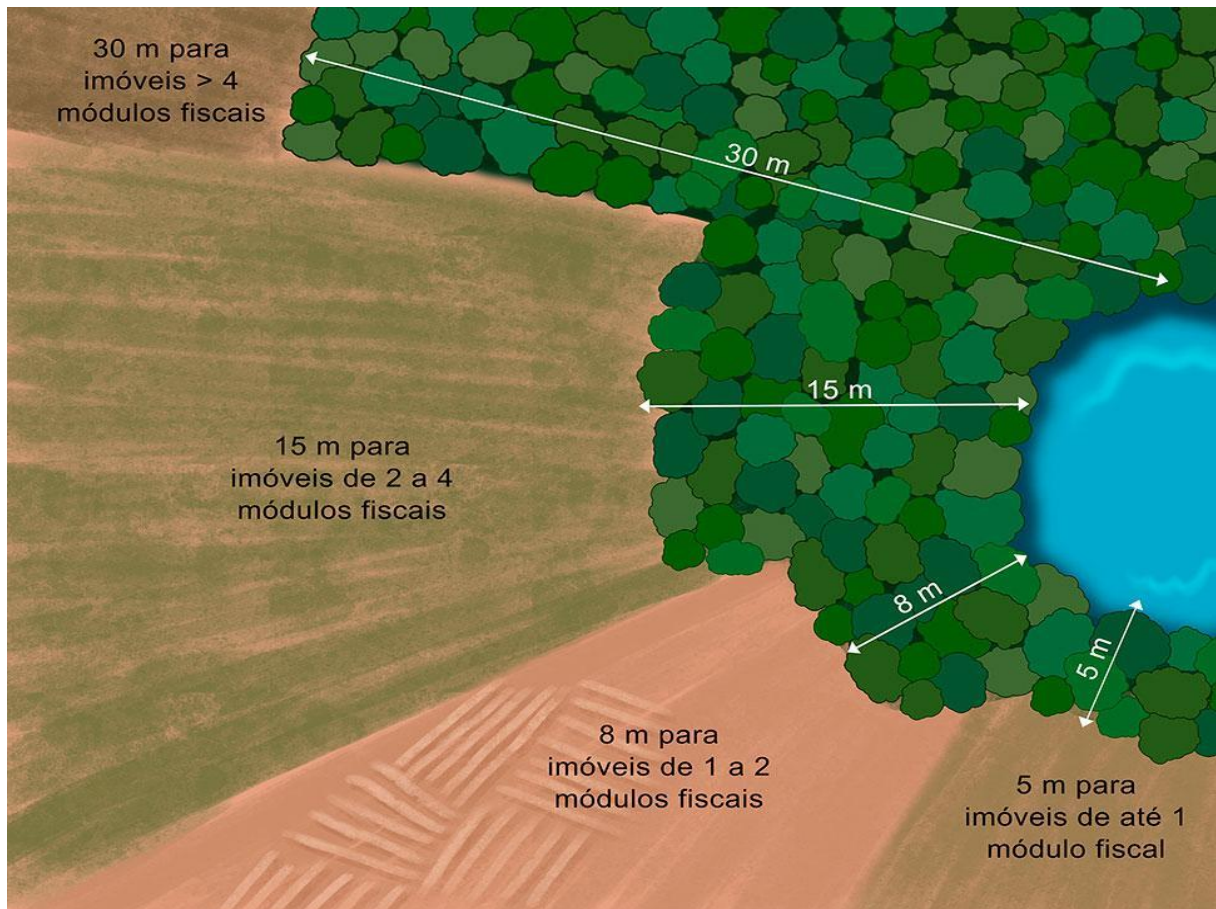
**Figura 2.4** – Largura da Área de Preservação Permanente segundo regras transitórias.



Fonte: Cartilha do Novo Código Florestal Brasileiro (2013, p. 03).

A lei também impõe regras transitórias para APPs limítrofes a lagos e lagoas. Quando se trata dessas formações hídricas com uso rural consolidado, as larguras das APPs ficaram conforme se vê na Figura 2.5.

**Figura 2.5** – Área de Preservação Permanente em lagos e lagoas segundo regras transitórias.



Fonte: Cartilha do Novo Código Florestal Brasileiro (2013, p. 04).

A Lei 12.651/2012 estabeleceu limites máximos de ocupação das propriedades rurais por APP, evitando que o proprietário ou possuidor de terras tenha problemas econômicos no momento da reconversão de áreas de uso agrossilvipastoril em floresta para adequação. Passa a figurar a visão socioeconômica do novo código florestal, impedindo que pequenos produtores rurais tenham áreas agricultáveis da propriedade suprimidas para reconversão florestal.

Art. 61-B. Aos proprietários e possuidores dos imóveis rurais que, em 22 de julho de 2008, detinham até 10 (dez) módulos fiscais e desenvolviam atividades agrossilvipastoris nas áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente (APP) é garantido que a exigência de recomposição, nos termos desta Lei, somadas todas as Áreas de Preservação Permanente do imóvel, não ultrapassará: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

I - 10% (dez por cento) da área total do imóvel, para imóveis rurais com área de até 2 (dois) módulos fiscais; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

II - 20% (vinte por cento) da área total do imóvel, para imóveis rurais com área superior a 2 (dois) e de até 4 (quatro) módulos fiscais; (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012)” (BRASIL, 2012a; b).

A Lei nº 12.651/2012 veio para dar uma solução socioeconômica aos proprietários de terras que teriam que reconverter em floresta grande parte de suas áreas, antes ocupadas por atividades agrícola e pecuária, para se adequar à lei nº 4.771/1965. Com a instauração da lei esses proprietários passaram a contar com regras mais brandas, denominadas Regras Transitórias (RT), comprometendo de maneira menos abrupta a diminuição das áreas produtivas, e conseqüentemente, a renda obtida com a terra. Em contrapartida, analisando pela perspectiva ambiental, as larguras estabelecidas parecem inapropriadas para as funções ambientais e ecossistêmicas atribuídas as APPs (BRASIL, 1965; BRASIL, 2012 a,b).

### 2.3 A IMPORTÂNCIA DAS APPS RIPÁRIAS PARA A AGRICULTURA

As APPs são de suma importância para a sustentabilidade ambiental, pois são florestas protetoras dos meios hídricos, estabilizadoras dos taludes e mantenedoras de fluxo gênico da fauna e da flora, dentre outras funções.

As APPs ripárias podem desempenhar uma série de serviços ambientais mais específicos, tais como: a) o papel de barreira ou filtro, evitando que sedimentos, matéria orgânica, nutrientes dos solos, fertilizantes e pesticidas utilizados em áreas agrícolas alcancem o meio aquático; b) favorecimento e melhoria da qualidade da água infiltrada no solo e a conseqüente recarga dos aquíferos; c) proteção do solo nas margens dos cursos d'água, evitando erosão e assoreamentos; d) criação de condições para o fluxo gênico da flora e fauna silvestre; e) fornecimento de alimentos para manutenção de peixes e demais organismos aquáticos; (f) refúgio de polinizadores e de inimigos naturais de pragas de culturas (SBPC, 2012).

Há um grande número de espécies de mamíferos semiaquáticos que dependem das matas ciliares (GALETTI et al., 2010), juntamente com diversas espécies de aves (DEVELEY; PONGILUPPI, 2010), anfíbios (TOLEDO et al., 2010), répteis (MARQUES et al., 2010), artrópodes (FREITAS, 2010), mamíferos (PARDINI et al., 2010) e peixes (TERESA; CASSATI, 2010) ameaçados de extinção, que vivem exclusivamente em ambientes ripários.

O impacto da redução da largura das APP não é negativo somente para o meio ambiente, mas também para a agricultura. Experimentos realizados na América Central demonstraram que a taxa de remoção de artrópodes no campo, incluindo pragas, aumenta conforme aumenta a riqueza de espécies de aves. Em lavouras de café, também na América Central, foi observado que as aves reduzem significativamente a infestação da Broca do café (*Hypothenemus hampei*), uma das pragas mais danosas para essas plantações em todo o mundo. Esses estudos indicam que a integração da produção agropecuária com a conservação da biodiversidade pode caracterizar um sistema em que todos saem ganhando. Estudos similares, quantificando o papel das aves no controle de pragas e os benefícios para a agricultura, são relativamente recentes e, no caso do Brasil, ainda ausentes. Os experimentos realizados em outras regiões tropicais fornecem base para saber como que a manutenção e recuperação de áreas de reserva legal (RL) e APP desempenham ganhos não só para a biodiversidade, mas também para a agricultura, por meio da manutenção de importantes serviços ambientais (DEVELEY; PONGILUPPI, 2010).

Tratando-se de clima, microbacias com manutenção de APPs ripárias, assim como as RL, apresentam microclima ameno em relação a microbacias desflorestadas, as florestas proporcionam precipitações torrenciais mais frequentes ao longo do ano. Caso conhecido mundialmente é a Fazenda Olhos d'Água, em Piraí do Norte na Bahia, cujo proprietário é Ernst Götsch, idealizador dos sistemas agroflorestais no Brasil. Tal propriedade havia sido explorada para retirada de madeira e, posteriormente, por pecuária extensiva, sem os manejos adequados, tornando-se cenário quase que desértico, com solos pobres e erodidos, sem nascentes, com leitos secos e chuvas extremamente raras. Após o reflorestamento e manejo agroflorestal, realizado pelo idealizador da agricultura sintrópica de Ernest, houve mudanças consideráveis no microclima local, o reestabelecimento das nascentes e, conseqüentemente, dos meios hídricos. As chuvas se tornaram muito mais frequentes e regulares em toda a bacia hidrográfica componente da região da propriedade, mostrando que a vegetação florestal tem poder de mudança climática (GÖTSCH, 1997).

## 2.4 O PROCESSO DE EROSIÃO

As condições atuais dos atributos do meio físico do solo, são parcialmente, resultados das diferentes formas do uso e ocupação pela sociedade, nas quais as ações do homem interferiram na evolução natural desses componentes (ROMÃO; SOUZA, 2011).

A ação conjunta da gravidade, água, vento, gelo e/ou organismos sobre o solo gera a erosão, que pode ser descrita como o processo de desagregação e arraste em grande escala das partículas do solo, ocasionando perda constante das camadas superficiais (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2010).

Os processos erosivos ocorrem naturalmente, de forma lenta e gradual, mas são intensificados em virtude das ações antrópicas, tais como desmatamentos, atividades agropecuárias e manejo inadequado do solo (NUNES; ALMEIDA; COELHO, 2011).

O principal agente causador de erosão no Brasil é a chuva, pelo fato das gotas agirem desestruturando o solo, que, conseqüentemente, é carregado pela enxurrada e depositado nas partes mais baixas do terreno ou em meios hídricos. No entanto, existem outros fatores, tais como: grau de infiltração de água no solo; textura do solo; cobertura vegetal e declividade do terreno (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995).

Dentre os problemas ocasionados pelas ações antrópicas, a erosão hídrica é agente causador das perdas no setor agropecuário, que, em geral, está associada ao manejo inadequado, atingindo não somente o solo, mas também os recursos hídricos, interferindo na agricultura, reduzindo a produtividade e a qualidade da produção, desestruturando o meio ambiente. Desta forma, tem-se que o impacto da erosão no solo pode comprometer a sustentabilidade do sistema agrícola, exigindo a aplicação de altas tecnologias e investimentos para manter a produtividade das culturas, no âmbito do agronegócio globalizado (CORREA; PINTO, 2012).

Os impactos ambientais causados pelo uso inadequado do solo trazem conseqüências para a qualidade das águas dos rios, nascentes e até das reservas subterrâneas. Essa qualidade é o resultado das influências do clima, da geologia, da fisiografia, dos solos e da vegetação da bacia hidrográfica (ARCOVA; CICCIO, 1999).

A manutenção de cobertura florestal original em áreas estratégicas colabora para a manutenção da qualidade ambiental, assim como a garantia da longevidade produtiva no cenário agropecuário. No Brasil 53% da vegetação nativa está localizada em propriedades privadas, desempenhando papel crucial na realização de serviços ecossistêmicos, e a manutenção e/ou recuperação depende exclusivamente dos proprietários destas áreas (SOARES-FILHO et al., 2014).

Desenvolvida por Wischmeier e Smith (1978) a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) e, posteriormente em sua versão revisada, elaborada por Renard (1997), surgem com o propósito de estimar a erosão hídrica a partir de variáveis climáticas (fator R), pedológicas (fator K), topográficas (fator LS) e das condições de uso, manejo e conservação de solo (fator CP). Ainda que a escala de aplicação das equações seja para encostas curtas, existem variantes que têm sido utilizadas para estimar a erosão e a produção de sedimentos na escala de bacias hidrográficas (MERRITT; LETCHER; JAKEMAN, 2003).

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2010), as diferenças relacionadas às características dos solos, fazem com que alguns sejam mais erodíveis do que outros, mesmo que variáveis como chuva, declividade, cobertura vegetal e práticas de manejo sejam as mesmas. A avaliação da vulnerabilidade à perda de solo é estabelecida a partir de estudos detalhados da geologia, da geomorfologia, da pedologia e do clima da região. Os dados do meio físico são obtidos a partir de documentos cartográficos, tabelas e informações de uso da terra, integrados com o suporte de Sistemas de Informação Geográficas (SIG) (CABRAL, 2005).

Segundo Chagas et al. (2012), a fragilidade ambiental das terras é compreendida como o risco potencial de degradação do ambiente natural, relacionada à erosão do solo. Pode ser estimada com base nos resultados do potencial natural de erosão (PNE), parte da equação desenvolvida por Wischmeier e Smith (1978).

#### 2.4.1 Equação Universal de Perda de Solo (EUPS)

Wischmeier e Smith (1978) desenvolveram a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), permitindo guiar de forma sistemática o planejamento de processos que envolvem a conservação do solo e do meio ambiente.

Devido à importância e a facilidade da EUPS, inúmeras pesquisas a utilizam, pois abrange especificidades regionais de clima, topografia e pedologia associadas ao uso do solo. É um modelo empírico que integra dados de campo, para o cálculo da erosão hídrica superficial do tipo laminar, em números anuais.

A EUPS é dada pela multiplicação de diferentes fatores (Equação 2.1), que estimam a capacidade de determinado solo em perder material devido à ação da erosão hídrica.

$$A = R.LS.K.C.P.....(2.1)$$

Em que:

**A** = perda de solo por unidade de área e de tempo ( $Mg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ )

**R** = fator de erosividade da chuva ( $MJ\ mm\ ha^{-1}h^{-1}ano^{-1}$ )

**K** = fator erodibilidade do solo ( $Mg\ ha^{-1}\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$ )

**LS** = fator topográfico (adimensional)

**C** = fator preparo e cobertura do solo (adimensional)

**P** = fator práticas conservacionistas (adimensional)

#### 2.4.1.1 Erosividade da chuva (Fator R)

A intensidade do desenvolvimento de processos erosivos está diretamente relacionada à dinâmica climática de uma região. Bertoni e Lombardi Neto (2010) afirmam que o fator influenciado pela chuva (Fator R) é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva, esperada em dada localidade, de causar erosão em uma área sem proteção.

O valor do fator erosividade da chuva (R) é estimado utilizando-se dados coletados por meio da intensidade das chuvas, que pode ser obtido a partir da Equação 2.2, proposta por Bertoni e Lombardi Neto (2010):

$$EI = 67,355 \left( \frac{r^2}{P} \right)^{0,85}$$

$$R = \sum_{j=1}^{12} EI_j \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

Em que:

**EI** = índice de erosividade (MJ mm ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>)

**R** = fator de erosividade da chuva (MJ mm ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>);

**r** = precipitação mensal (mm);

**P** = precipitação anual (mm).

#### 2.4.1.2 Erodibilidade do solo (Fator K)

O fator de erodibilidade do solo representa a suscetibilidade do solo à erosão. Para a estimativa deste índice, é necessário o conhecimento dos valores de textura, de densidade aparente, da porosidade, do teor de matéria orgânica, do teor e estabilidade dos agregados e do pH (CUNHA; GUERRA, 2003).

A desagregação do solo está diretamente ligada à resistência à erosão hídrica. Salomão (1999) afirma que as águas das chuvas se infiltram mais facilmente em solos arenosos, porém, devido à pequena proporção de argila, a ligação entre as partículas é reduzida, o que facilita o seu deslocamento nas enxurradas.

Outra metodologia clássica é a obtenção do fator de erodibilidade (K) por meio da análise granulométrica, que pode ser efetuada, basicamente, por dois métodos: o Método da Pipeta (mais utilizado), que é especialmente indicado para a determinação da argila, podendo determinar também a fração silte, e o Método do Densímetro, conhecido também como método do hidrômetro, que foi proposto por Bouyoucos (BOUYOUCOS, 1927). É mais rápido, porém, menos preciso e se baseia no princípio de que a matéria em suspensão (silte e argila) confere determinada densidade ao líquido. Com a ajuda de um densímetro, Bouyoucos relacionou as densidades com o tempo de leitura e com a temperatura, calculando a porcentagem das partículas. As frações de areia, silte e argila são aplicadas na Equação 2.3, obtendo-se o fator K.

$$K = ((A+S)/(a)/100)).....(2.3)$$

Em que:

**K** = fator erodibilidade do solo ( $Mg\ ha^{-1}\ MJ\ mm$ )

**A** = porção de areia (%)

**S** = porção de silte (%)

**a** = porção de argila (%)

#### 2.4.1.3 Comprimento e declividade da rampa - Fator Topográfico (Fator LS)

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2010), o fator LS é “a relação esperada de perdas de solo por unidade de área de um declive qualquer em relação as perdas correspondentes de uma parcela unitária de 25 m de comprimento com 9% de declive”.

O comprimento e a declividade de rampa (LS) têm a função de contribuir em maior ou menor grau para o aumento da energia potencial no carregamento das partículas do solo. Quanto maior a inclinação do terreno, maior será a velocidade do escoamento, e maior a quantidade e o tamanho das partículas arrastadas, enquanto que o fluxo pode ser reduzido pela rugosidade da superfície.

Declividade e comprimento de rampa podem ser considerados de forma conjunta ao associarem-se por meio do fator LS. Embora seja um valor adimensional, representam a capacidade de escoamento superficial que uma chuva pode ocasionar a um solo influenciado pelo declive. Para determinação do fator (LS), pode ser usada a Equação 2.4 (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2010).

$$LS=0,00984.L^{0,63}.D^{1,18} .....(2.4)$$

Em que:

**LS** = fator topográfico (adimensional)

**L** = comprimento da rampa (m)

**D** = declividade (%)

#### 2.4.1.4 Uso, manejo do solo e práticas conservacionistas (Fator CP)

A cobertura do terreno interfere diretamente na redução do impacto das gotas de chuva no solo e constitui à proteção do terreno contra os processos erosivos. As práticas agrícolas, em geral, aumentam a suscetibilidade do solo à erosão. Entretanto, os níveis são diferenciados quanto ao cultivo e o manejo utilizado.

Espera-se que a cobertura de floresta nativa apresente o maior índice de proteção do solo contra o impacto da chuva e transporte de partículas. Porém, alguns cultivos, como pastagens bem manejadas, também apresentam alto potencial de proteção contra erosão hídrica (RESENDE et al., 2014).

O fator C e P de cobertura e uso expressa a relação esperada entre as perdas de solo de um terreno cultivado em determinadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto. O fator Práticas conservacionistas (CP) “é a relação entre a intensidade esperada de perdas de solo por erosão, com determinada prática conservacionista” (SALOMÃO, 1999).

Dentro das práticas conservacionistas está inserida, por exemplo, a preocupação com o relevo da propriedade e a construção de terraços, que diminuem a velocidade do escoamento superficial da água e reduzem o arrasto laminar do solo. Assim como o plantio perpendicular ao sentido da rampa ou da vertente apresentada pelo terreno em questão.

Outra metodologia empregada, atualmente, na mitigação de problemas ambientais ligados ao solo na agricultura, como tentativa de solução para a compactação, é o uso de tráfego controlado, que surge como mais uma alternativa para o manejo conservacionista, preservando a física do solo e contribuindo para evitar a formação de sulcos que culminam em erosão laminar.

## 2.5 SISTEMAS DE AVALIAÇÃO DE TERRAS

Importante norteador que pode evitar usos indevidos dos espaços territoriais e, conseqüentemente, evitar processos erosivos e de degradação ambiental é o estudo de avaliação do potencial de aptidão de uso do solo (BERTONI; BELINAZZI JUNIOR, 1994).

Sistemas de avaliação do potencial agrícola das terras, como: Capacidade de Uso das Terras, modificado no Brasil por Lepsch (1983), Levantamento do Meio Físico para Determinação da Capacidade de Uso das Terras (BERTOLINI; BELLINAZZI JUNIOR, 1994) e o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras - SAAAT (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995), tem sido comumente adaptados para regiões específicas e inseridos em programas computacionais. O objetivo é obter indicadores de uso da terra parametrizados, permitindo a criação de interfaces com ambientes SIG, facilitando o processo de obtenção dessas avaliações. Selecionam-se indicadores mais eficientes para a área a ser estudada, possibilitando a inclusão de novos atributos, que possam contribuir localmente para avaliação mais detalhada (PEREIRA, 2002).

O resultado desses estudos, normalmente, consiste em uma espacialização do potencial de uso dos solos (PEREIRA; LOMBARDI NETO, 2004) ou na comparação da distribuição espacial do uso atual das terras com a indicação de sua aptidão agrícola (BARROS et al., 2004), o que resulta nos mapas de conflito de uso do solo (QUAN et al., 2007; CHAVES et al., 2010).

A utilização dos SIGs facilita a organização dos fatores, por meio dos bancos de dados, realizando o cruzamento e a ponderação, de modo a agilizar o processamento dos dados e evitar a subjetividade por parte do pesquisador, fazendo com que o resultado não sofra influência devido ao conhecimento prévio na área de estudo por parte do mesmo.

Delarmelinda et al. (2011) realizaram um estudo no qual seis pesquisadores avaliaram a aptidão agrícola de 10 perfis de solo, cada qual com a sua metodologia, todas baseadas no Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras – SAAAT (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995). Observaram, para solos no Estado do Acre, como diferentes especialistas percebem a importância relativa dos indicadores de um sistema de aptidão agrícola e como eles interpretam esses atributos para a

definição das diferentes classes de aptidão. Comprovando que a particularização dos atributos edafoclimáticos de cada região é importante para a ponderação da suscetibilidade erosiva

### 2.5.1 Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SAAAT)

Sendo um dos sistemas de avaliação de aptidão do solo, o SAAAT vem a ser ferramenta para tomadas de decisões e planejamentos agrossilvipastoris, que tenham como objetivo realizar atividades de forma sustentável.

Segundo Resende et al. (2014), o SAAAT tem como modelo ideal, solos sem deficiência de fertilidade, de água e de oxigênio, além da ausência de suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização. Nessa metodologia, são considerados três diferentes níveis de manejo das terras, de acordo com a disponibilidade de recursos para a produção agrícola:

a) Manejo primitivo (Nível A) - o produtor não utiliza qualquer tipo de recurso que seja adquirido fora da propriedade, utilizando somente o esforço braçal ou tração animal para o cultivo, sem a utilização de adubação ou correção do solo (típico de agricultura de subsistência);

b) Manejo intermediário (Nível B) - há investimento para a produção, utilizando-se de adubações com micronutrientes, técnicas simples de conservação do solo, sementes melhoradas geneticamente e preparo do solo com aração e uso de grade ou utilização de plantio direto;

c) Manejo avançado (Nível C) - há grande investimento na produção, com utilização de técnicas mais sofisticadas de conservação do solo, utilização de sementes de ótima qualidade, adubações com macro e micronutrientes e mecanização em diversas etapas do processo de produção.

Consideram-se seis grupos de aptidão, que constituem os distintos sistemas de cultivo ou uso:

a) Grupo 1, 2 e 3: culturas anuais, perenes e semi-perenes;

b) Grupo 4: pastagem plantada;

c) Grupo 5: silvicultura e/ou pastagem natural;

d) Grupo 6: áreas sem aptidão agrícola, que devem ser destinadas a preservação da flora e fauna, grupo que pode ser instalado APP.

A avaliação da aptidão agrícola é feita a partir da análise de fatores limitantes, que são: deficiência de fertilidade, de água e de oxigênio (excesso de água ou inundação); suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização; sendo atribuídos a eles graus de limitação (nulo, ligeiro, moderado, forte, muito forte e extremamente forte).

Além disso, a metodologia propõe viabilidade do melhoramento na determinação dos graus de limitação, de acordo com o nível de manejo empregado.

A partir da identificação dos graus de limitação é possível determinar o subgrupo ou classe de aptidão (boa, regular, restrita ou inapta) para cada nível de manejo (A, B ou C), e o grupo (1 a 6) é determinado pelo melhor nível de manejo e tipo de uso em que se enquadra o solo de determinada região de estudo (RAMALHO FILHO E BEEK, 1995).

O SAAAT é usualmente utilizado em alguns trabalhos de zoneamento ecológico-econômico (SCOLFORO; OLIVEIRA E CARVALHO, 2008). Também utiliza-se para avaliação do uso da terra para culturas específicas, como o zoneamento para cana-de-açúcar e eucalipto no estado de Minas Gerais (PEREIRA et al., 2008), além de todos os tipos de cultivo considerados na metodologia, observado na Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras da Zona Campos Vertentes (NAIME et al., 2006).

Alguns trabalhos utilizam a metodologia do SAAAT adaptando-a ao ambiente estudado, como proposto por Vasconcelos Gomes et al. (2005), que avaliaram a aptidão de terras, em sua maioria de terreno ondulado, para reflorestamento no estado do Rio de Janeiro. Na metodologia, os autores excluíram indicadores não relevantes nas características particulares da região de estudo, fatores como deficiência de oxigênio e deficiência de água, esse último atribuído à vegetação, por não apresentarem variações no ambiente estudado.

A associação do SAAAT aos sistemas de informação geográfica é frequente nos trabalhos, como o realizado por Chaves et al. (2010) na avaliação das potencialidades de uso da terra unicamente para o nível de manejo B no Distrito Federal. Já Pedron et al. (2006) utilizaram a metodologia para determinação de mapas de conflito do uso da terra no estado do Rio Grande do Sul, bem como identificação de APP, evidenciando o uso da metodologia para identificar adequabilidade e/ou compatibilidade de uso da terra.

Silva, Nogueira e Uberti (2010), utilizaram o SAAAT associado a um sistema de informação geográfica no estado de Santa Catarina, gerando mapas que, sobrepostos possibilitaram a identificação de áreas com uso de satisfatório a adequado, superutilizadas, subutilizadas e áreas de conflito ambiental (uso inadequado). Os autores ressaltam que o uso do sistema de informação geográfica contribui na redução de tempo de trabalho e da subjetividade nas avaliações. Esse trabalho tem demonstrado o potencial de uso do SAAAT como ferramenta informatizada para análises do uso da terra e alocação de APP.

## 2.5.2 Manual Para o Levantamento do Meio Físico e Classificação de Terras No Sistema de Capacidade de Uso

Manual elaborado por Lepsch e outros (1983) foi inspirado em dois outros grandes estudos, sendo um deles o “Manual brasileiro para levantamentos conservacionistas” (MARQUES, 1958) e o “Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra” (MARQUES, 1971). O estudo foi elaborado com base em circulares sucessivas enviadas pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo em 1977 consultando todos os membros da sociedade interessados em colaborar com um estudo de revisão que compilaria tudo que houvesse de mais recente e melhor em termos de conservação do solo e da água.

O manual foi baseado no sistema de capacidade de uso da terra, que é uma classificação técnica, originalmente desenvolvida no EUA, que representa grupamentos qualitativos de tipos de solos sem considerar a localização ou as características econômicas da terra. Diversas características e propriedades são sistematizadas, visando a obtenção de classes homogêneas de terras e tem o propósito de definir sua máxima capacidade de uso, sem risco de degradação e com foco no que diz respeito a evitar erosões (LEPSCH, 1983).

Conforme Hudson (1971) esse tipo de estudo é uma modalidade de classificação que tem como objetivo explorar de forma técnica dados que levem a decidir quais as combinações de uso agrícola e medida de controle, assim como técnicas de manejo, que permitam uso intensivo da terra, sem risco de depauperamento do solo.

As categorias do sistema de classificação em capacidade de uso, estão assim hierarquizadas:

- Grupos de capacidade de uso (A, B e C): estabelecidos com base nos tipos de uso das terras;

- Classes de capacidade de uso (I a VIII): baseadas no grau de limitações dos usos;

- Subclasses de capacidade de uso (Ile, IIle, IIIa, etc.): baseadas na natureza da limitação do uso;

- Unidades de capacidade de uso (Ile-1, Ile-2, Ille-1, etc.): baseadas em condições específicas que afetam o uso ou o manejo da terra.

## 2.6 SERVIÇOS AMBIENTAIS E ECOSSISTÊMICOS

### 2.6.1 Serviços Ambientais

São definidos como serviços ambientais aqueles prestados por diversos agentes econômicos para conservação e/ou recuperação dos recursos naturais, podendo ser destacados a conservação e tratamento natural dos recursos hídricos, preservação e conservação da biodiversidade, a proteção do solo contra a erosão, a manutenção das florestas entre outros (MILLENIUM, 2005).

Em outras palavras, são benefícios gerados através das ações humanas de manejo nos sistemas naturais (TÔSTO, 2010). Muradian et al. (2010) complementam ainda que, os serviços ambientais oferecem associações benéficas de gestões dos ecossistemas, como agricultura sustentável e gestão de paisagens rurais.

Além dos serviços ambientais trazerem benefícios diretos e indiretos providos do sistema natural, considera-se também os benefícios monetários que se pode adquirir do manejo sustentável. Exemplo disso é o pagamento por serviços ambientais (PSA), que tem como objetivo, estimular a conservação dos atributos naturais com a estratégia de compensar financeiramente os agentes (públicos e privados) que praticarem manejos sustentáveis (WUNDER et al., 2008).

Wünder et al. (2008) afirmam que o mecanismo do PSA é um instrumento auxiliar eficaz de gestão ambiental e inclusão social, quando inserido nos propósitos políticos ambientais. A atual legislação florestal confere no Art. 41 a possibilidade de pagamentos ou incentivos por serviços ambientais prestados, de forma monetária ou não (BRASIL, 2012). Através dessa iniciativa legal, proprietários rurais poderão usufruir de uma renda extra, além é claro, de estar contribuindo com a melhoria dos atributos ecológicos de sua região.

Estabilizar encostas dos meios hídricos, filtrar a água que percola no perfil do solo e recarrega o lençol freático, evitar erosão e assegurar o fluxo gênico da

fauna e flora, são algumas das funções desempenhadas por Áreas de Preservação Permanente (APP) ripárias, áreas popularmente conhecidas como matas ciliares (BRANCALION et al., 2016).

### 2.6.2 Serviços Ecossistêmicos

A sociedade contemporânea vive numa dinâmica capitalista intensa, e com isso se agrega muito valor aos bens e serviços produzidos, deixando de lado o valor ambiental neles incluso, ou seja, muitos deles provêm de matéria-prima obtida na natureza sem qualquer reconhecimento. Os ecossistemas prestam serviços ambientais à natureza e à sociedade (BALDECERRA, 2016).

O crescimento populacional desenfreado e o crescimento econômico desorganizado observado nos últimos cem anos, em especial nas últimas décadas, têm provocado a exaustão dos recursos e a destruição dos ecossistemas naturais. Neste cenário de contínua degradação, a efetiva implantação de um modelo de desenvolvimento realmente sustentável requer melhor entendimento da medida da dependência humana com relação aos serviços ecossistêmicos e, por consequência, da vulnerabilidade do bem-estar humano em relação às mudanças nos ecossistemas (EFTEC, 2005). Dessa forma, a lógica econômica de maximização da produtividade deveria estimular o desenho de políticas econômicas voltadas a incrementar a produtividade dos ecossistemas e dos benefícios deles derivados (DAILY; FARLEY, 2004).

Atualmente tem crescido a ideia de valorar os serviços ecossistêmicos, justamente por reconhecê-los como essenciais na manutenção da vida na Terra, sua importância econômica e o bem-estar humano (TÔSTO, 2010). Daily (1997) define serviços ecossistêmicos como condições e os processos através dos quais os ecossistemas naturais e as espécies que a compõem, sustentam e preenchem a vida humana. Andrade e Romero (2010) complementam afirmando que os serviços ecossistêmicos são definidos como os benefícios diretos e indiretos, provenientes do funcionamento dos ecossistemas, apropriados pelo ser humano, ou seja, quando apresentam possibilidade/potencial de serem utilizados para fins humanos, porém, sem a interferência do homem.

Segundo o Millennium Ecosystem Assessment (2005), os serviços ecossistêmicos são classificados em quatro categorias: 1) Serviços de provisão - relacionados com a capacidade dos ecossistemas em prover bens, sejam eles alimentos (frutos, raízes, pescado, caça, mel), matéria-prima para a geração de energia (lenha, carvão, resíduos, óleos), fibras (madeiras, cordas, têxteis), fitofármacos, recursos genéticos e bioquímicos, plantas ornamentais e água; 2) Serviços reguladores - benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais que sustentam a vida humana, como a purificação do ar, regulação do clima, purificação e regulação dos ciclos das águas, controle de enchentes e de erosão, tratamento de resíduos, desintoxicação e controle de pragas e doenças; 3) Serviços culturais - relacionados com a importância dos ecossistemas em oferecer benefícios recreativos, educacionais, estéticos e espirituais; e 4) Serviços de suporte - processos naturais necessários para que os outros serviços existam, como presença de diversidade biológica, a ciclagem de nutrientes, a produção primária, a formação de solos, a polinização e a dispersão de sementes.

Desde o final da década de 1960, a questão da dependência social sobre a natureza tem sido discutida na literatura científica, destacando a capacidade dos ecossistemas saudáveis em fornecer serviços vitais de apoio ao sistema econômico e ao bem-estar social (HELLIWELL, 1969; DE GROOT, 1987; ODUM, 1971; WESTMAN, 1977).

Daily (1997) relata que os sistemas ecológicos possuem alta influência sobre os sistemas socioeconômicos, através do fornecimento de bens e serviços como alimentos, fibras, água, ar puro, polinização, regulação do clima, entre muitos outros. Assim, a economia é inteiramente suprida (e também restringida) pela disponibilidade de estoques de capital natural e os fluxos de serviços ecossistêmicos.

A abordagem dos ecossistemas para o desenvolvimento sustentável foi tema de muita discussão em muitas organizações internacionais, tais como Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), a Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO), a Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE), o Programa das Nações Unidas para o Ambiente, e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Além disso, países como o Reino Unido estão adotando a abordagem ecossistêmica para a política ambiental em nível nacional (DEFRA, 2011). A CDB define a abordagem através de doze princípios.

Duas das características mais importantes da abordagem é que ela é antropocêntrica e se concentra em tomada de decisões (BRASIL, 2000). Portanto, é de grande importância a gestão dos ecossistemas no contexto socioeconômico, a fim de manter serviços ecossistêmicos para os humanos e a conservação dos recursos deve ser equilibrado com a sua utilização. Além disso, argumenta-se que o poder de escolha para fim de gestão ecossistêmica deve levar em consideração a opinião social e científica (ROBINSON et al., 2013).

### 2.6.3 Serviços Ecossistêmicos na Agricultura

As práticas agrícolas, em seu estado da arte, representam uma forma de gestão sistemática de seus atributos, não somente a qualidade e a quantidade dos produtos são importantes, mas também o manejo dos componentes naturais que cada tipo de ambiente oferece. Por isso é necessário a compreensão da dinâmica dos serviços ecossistêmicos, buscando assim a maneira mais sustentável de gestão. Gomez-Baggethun et al. (2010) afirmam que atualmente a estrutura de serviços ecossistêmicos é amplamente estudada de forma a entender como as práticas agrícolas podem impactar os ecossistemas, e vice-versa.

Sistemas agroecológicos, são tradicionalmente considerados fontes de serviços ecossistêmicos de provisão, ou seja, produz alimento, fibra, energia entre outros. Porém, pesquisas recentes apontam contribuições para outros tipos de serviços (MILLENNIUM, 2005). Zhang et al. (2007) destaca relações de interdependência entre serviços ecossistêmicos e agricultura, dizendo que os serviços proporcionam benefícios diretos de produção para a agricultura, por outro lado, a agricultura fornece uma gama de "provisionamentos", que são negociados nos mercados de commodities.

Agricultura pode ainda sustentar os serviços de suporte e regulação (MEA, 2005; SWINTON et al., 2006). Outros autores como Dale e Polasky (2007) reforçam esta ideia e citam alguns exemplos como a vegetação perene, que promove a regulação hídrica, estruturação do solo e retenção de nutrientes. Lavouras ou plantações de cobertura aumentam a matéria orgânica do solo, o que ajuda no armazenamento de água e reduz a erosão do solo. Retenção de resíduos de culturas

pode reduzir a erosão e aumentar o sequestro de carbono do solo, que auxiliam na mitigação das mudanças climáticas.

Power (2010) também ressalta essa ideia, dizendo que os agroecossistemas são ao mesmo tempo fornecedores e consumidores de serviços ecossistêmicos, e estão intimamente interligados ao conjunto de serviços de suporte e serviços de regulação. Serviços de suporte inclui biodiversidade genética para uso em culturas e pecuária, formação e estruturação do solo, fertilidade do solo, ciclagem de nutrientes e o fornecimento de água. Já os serviços de regulação são oferecidos para agricultura pelos polinizadores e inimigos naturais da vegetação natural. Os ecossistemas também podem purificar a água e regular o seu fluxo em sistemas agrícolas, proporcionando quantidade e qualidade apropriada para o crescimento das plantas.

Serviços culturais também são importantes para os sistemas agroecológicos. Ambientes agrícolas e seus produtos apresentam grande valor nos costumes das comunidades humanas. Outra conotação importante são os valores intrínsecos na conservação da biodiversidade, que também pode ser considerado um serviço do ecossistema cultural influenciada pela agricultura, uma vez que a maioria das culturas reconhece a valorização da natureza como um valor humano explícito. Por outro lado, a biodiversidade pode contribuir com uma variedade de serviços de suporte (DAILY, 1997).

As atividades agrícolas têm o poder de modificar ou diminuir a oferta dos serviços ecossistêmicos em ambientes não gerenciados ou mal gerenciados, caso contrário, agroecossistemas se capacita a ofertar ampla quantidade de serviços ecológicos. (POWER, 2010).

## 2.7 CONCEITO DE IMÓVEL RURAL

O imóvel rural é conceituado pela Lei nº 4504 (BRASIL, 1964) que dispõe sobre a propriedade da terra conceituando-a como:

O prédio rústico de área contínua, qualquer que seja sua localização que se destina à exploração extrativa agrícola, pecuária ou agroindustrial, quer através de planos públicos de valorização, quer através de iniciativa privada (BRASIL, 1964).

Anteriormente a publicação da lei supracitada só era considerado imóvel rural aquele que se encontravam fora do perímetro urbano e independia da atividade nele exercida, tendo então como base apenas sua localização geográfica. Atualmente é analisada a função para qual se destina o imóvel independente de sua localização ser dentro ou fora de perímetros urbanos. Dessa forma a classificação do imóvel se dá por meio da Teoria da destinação do mesmo.

A partir de então estabeleceu-se o conceito que imóvel rural é aquele com utilidade junto ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e a Receita Federal (RF), como a área contínua de mesmo proprietário, com um ou vários registros, mas, necessariamente, um único código junto ao INCRA e um único número de inscrição junto a RF (REIS; REIS; ABI SAAB, 2008).

### 2.7.1 As classificações de Tamanho de Propriedades Rurais

Desde o estabelecimento da agricultura no mundo sempre foi discutido sobre a área mínima de um imóvel rural agricultado por uma família. Desde antes de Cristo já se debatia quanto aos problemas das comunidades de estabelecer limites de área para que todos seus membros pudessem fixar moradia e produzir alimentos. Em Atenas nas primeiras reformas (640 – 558 a. C) vedou-se a posse completa de terras pelos mais abastados, para que os mais pobres também pudessem ter um pedaço de terra, favorecendo o desenvolvimento das pequenas e médias propriedades (MIGNONE, 1982).

Segundo Mignone (1982) o limite de área de uma propriedade em Roma era de 125 hectares, porém a média das áreas era de apenas 25 ha, o que serviu como um paradigma para a colonização de muitos países.

Nessa mesma seara, no Brasil foi instituído pelo Estatuto da Terra (Lei nº 4.505/1964) o Módulo Rural (MR), com área variável de acordo com a região do país, de acordo com o tipo de exploração da terra, tal tamanho dava-se pelo tamanho mínimo de uma propriedade rural familiar suficiente para que a família pudesse progredir e viver apenas com a exploração da mesma.

O Estatuto da Terra (Lei nº4.505/1964) estabelece que propriedade rural familiar é dada por:

O imóvel rural que direta e pessoalmente, explorado pelo agricultor e sua família, lhes absorva toda sua força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico, com área máxima fixada para cada região e tipo de exploração, e eventualmente trabalhado com a ajuda de terceiros (BRASIL, 1964).

Em termos práticos o MR é a dimensão do imóvel rural suficiente para a constituição de sua existência como unidade produtiva, variável de região para região e pode ser utilizado para:

- a) Determinação da Fração Mínima de Parcelamento (FMP), que corresponde a área mínima que um imóvel pode atingir por fracionamentos no registro de imóvel para fins de transmissão;
- b) Enquadramento sindical dos proprietários, com base no número de MRs;
- c) Limitação da aquisição de imóveis rurais por estrangeiros, seja pessoa física ou jurídica;
- d) Definição de beneficiários do antigo Banco da Terra (BT), atual Crédito Fundiário;
- e) Parâmetro bancário de área penhorável;

Ressalva-se, entretanto, que não há limite máximo para aquisição de área, seja por pessoa física ou jurídica de nacionalidade brasileira.

O governo brasileiro, em 2010 aprovou parecer da Consultoria Geral da União (CGU) que limita a venda de terras a estrangeiros ou empresa que tenham seu controle efetado por estrangeiros.

O parecer prevê que empresas controladas por estrangeiros (empresas que tenham 51% ou mais de seu capital volante nas mãos de pessoas não brasileiras) só podem adquirir imóveis com área de até 50 MRs (entre 250 e 5000 ha, dependendo da região do Brasil), limitando-se a implantação de projetos agropecuários, e agroindustriais que estejam vinculados aos objetivos do estatuto da empresa. As áreas rurais da empresa estrangeira não podem ultrapassar 25% da área total dos municípios nela estabelecido os imóveis rurais, e pessoas de diferentes empresas, mas de mesma nacionalidade não poderão deter mais do que 40% da totalidade de área de um mesmo município (REIS; REIS; ABI SAAB, 2008).

O Módulo Fiscal (MF), instituído pela Lei nº 6.746/1979 não deve ser confundido com o Módulo Rural (MR). O MF de determinada propriedade, é a área aproveitável do imóvel dividida pelo MF do município. O índice obtido é importante para o cálculo do Imposto Territorial Rural (ITR), atendendo as Tabelas das alíquotas existentes no Estatuto da Terra. O MF é a medida expressa em hectares, fixada para cada município do país, e leva em conta:

- a) o tipo de exploração predominante no município;
- b) a renda obtida com tal exploração predominante;
- c) outras explorações existentes que, embora não sejam predominantes, sejam expressivas em função da renda trazida ou da área ocupada;
- d) o conceito de propriedade familiar.

O MF também é importante para a classificação dos imóveis segundo sua grandeza. No Brasil o universo de tamanhos de imóveis foi dividido em quatro categorias:

- a) Minifúndio – imóvel rural de área e possibilidades inferiores à propriedade familiar, portanto com área menor que um MF;
- b) Pequena propriedade – imóvel rural com área compreendida entre um e quatro MF;
- c) Média propriedade – imóvel rural com área superior à quatro e de até quinze MF;
- d) Grandes propriedades – imóvel rural com área superior a quinze MF.

Segundo Reis, Reis e Abi Saab (2008) por se tratar de um município cujo MF é de dezoito hectares (18 ha), de acordo com tal classificação, a distribuição das classes de imóveis rurais de Bandeirantes, PR se dá de acordo com a Tabela 2.1.

**Tabela 2.1** – Classificação dos imóveis rurais do município de Bandeirantes, PR.

Classificação da propriedade	Área do imóvel	
	MF	ha
Minifúndio	< 1	< 18
Pequena	≥ 1 < 4	≥ 18 < 72
Média	≥ 4 < 15	≥ 72 < 270
Grande	≥ 15	≥ 270

**Fonte:** Reis, Reis e Abi Saab, 2008.

A Lei nº 9.393/1996, que trata do ITR, define como pequena propriedade, aquela explorada pelo proprietário, só ou com auxílio de sua família, desde que não possua mais nenhum imóvel, cujo a área varia de acordo com a região, no caso de Bandeirantes, PR o tamanho máximo é de 30 ha (BRASIL, 1996).

A legislação ambiental do Paraná (Decreto nº 3.320/2004) que aprova os critérios, normas e procedimentos aplicáveis ao sistema de manutenção, recuperação e proteção da Reserva Legal (RL) e Área de Preservação Permanente (APP), denominado SISLEG, define pequena propriedade ou posse familiar, aquela explorada mediante trabalho pessoal do proprietário ou posseiro e de suas famílias, admitida a ajuda de terceiros, desde que seja eventual, cuja a renda bruta seja obtida em pelo menos 80% da atividade agroflorestal ou do extrativismo e que a área não supere 30 ha.

Já para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), estabelecimento agropecuário é toda unidade de produção dedicada, total ou parcialmente, a atividade agropecuárias, florestais e aquícolas, subordinadas a uma única administração, seja do produtor ou administrador, independentemente de seu tamanho, de sua forma jurídica ou localização, tendo como objetivo a produção para subsistência ou comercialização de sementes, mudas ou qualquer outra forma de propagação vegetal ou animal.

Reis, Reis e Abi Saab (2008) concluem em seu estudo, que há disparidades no consenso sobre pequena propriedade rural, tanto em termos de tamanho, renda, dedicação, modelo de exploração, percentual da renda e objetivo da unidade produtiva.

## 2.8 GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA NA DELIMITAÇÃO DE APP

A função de um sistema de geoprocessamento é a estocagem de dados referenciados geograficamente, que, ao serem processados, resultam em mapas, relatórios e diversos outros arquivos digitais. Este banco de dados, uma vez fomentado, pode servir futuramente para outras análises ou pesquisas (DAINESE, 2001).

As geotecnologias são ferramentas e mecanismos facilitadores na mensuração de impactos causados ao meio ambiente e, principalmente, ao solo, como por exemplo, na obtenção do potencial natural de erosão (PNE) e da equação universal de perda de solo (EUPS). Lemos (2010) Utilizou a linguagem espacial de geoprocessamento algébrico (LEGAL) para a determinação da fragilidade dos solos, demonstrando resultados satisfatórios com a utilização dessa ferramenta.

Para a avaliação de conflito de uso do solo por ocupações agrícolas sobre áreas de recarga do aquífero Guarani Andrade, Reis e Reis (2015) também se utilizaram da programação LEGAL para determinação dessas faixas de uso e conflito.

Uns interpretam como sendo uma ciência e outros chamam de ferramentas que auxiliam em análises ou suporte a métodos.

A definição mais atual de Sensoriamento remoto pode ser expressa como a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas manifestações (NOVO, 2011).

Além de ser a principal fonte de energia para a vida no planeta Terra, a radiação solar participa de todos os processos físico-químicos e biológicos e também é fonte de energia para os sensores passivos em sensoriamento remoto (MOREIRA, 2005).

Dados de sensores remotos, tais como ortofotografias e imagens de satélite, aliados às técnicas de geoprocessamento, permitem vários tratamentos, possibilitando a obtenção de resultados em diferentes escalas. Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) pode estabelecer uma melhor compreensão das relações entre os objetos da paisagem, além de permitir a geração de um banco de

dados codificado espacialmente e ajustes, por cruzamento simultâneo, de grande número de informações (ASSAD; SANO, 1993).

Conforme Noguchi (2004) a radiação eletromagnética é a energia utilizada no sensoriamento remoto, havendo a associação dessa energia a flutuações na forma de ondas que viajam através do espaço em uma velocidade constante, a velocidade da luz, abrangendo um campo elétrico e magnético associados em um modelo de onda harmônico e senoidal. A onda é caracterizada somente pela sua frequência e comprimento, já que o terceiro fator, que é a velocidade, trata-se de uma constante.

A superfície terrestre, em suas mais variadas formas e composições, como a vegetação, a água e o solo, reflete, absorve e transmite radiação eletromagnética em proporções diferentes de comprimento de onda, de acordo com as suas características físicas, químicas e biológicas (FLORENZANO, 2002). Devido a esse fato, é possível representar a energia refletida pelos objetos através de curvas, possibilitando a identificação e distinção destes objetos da superfície terrestre nas imagens de sensores remotos.

Segundo Novo (2011), “a transmitância da água é muito alta e variável, o que faz com que a energia emergente do volume de água integre informações relativas a diferentes profundidades para um mesmo corpo de água”. Considerando a refletância espectral na água, acontece a absorção de energia do comprimento de onda do infravermelho próximo, facilitando a identificação e localização desse elemento na superfície terrestre, por meio de dados de sensores remotos (NOGUCHI, 2004). Com base na identificação dos meios hídricos é possível trabalhar com as áreas ripárias de maneira mais eficaz.

Em países de grandes dimensões, como é o caso do Brasil, os SIGs são de extrema importância na aquisição e processamento de informações para tomadas de decisões, seja para fins infraestruturais, como criação de rodovias ou portos, ou para fins ambientais, como a conservação das APPs em áreas ripárias, sendo uma tecnologia de baixo custo de implantação e operacional.

Eastman (1998) definiu o SIG como um sistema auxiliado por computador para a aquisição, armazenamento, análise e visualização de dados geográficos.

Comumente os SIGs são utilizados nos estudos de âmbito agrário e ambiental. Câmara e Medeiros (1998), indicaram como principais características a capacidade de inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos e censitários, cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno e de oferecer mecanismos para combinar as várias informações através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados Georreferenciados.

Desta forma, o uso das geotecnologias para o monitoramento e planejamento do uso sustentável dos recursos naturais tem se difundido e facilitando o desenvolvimento de estudos ambientais. A tecnologia existente na atualidade permite o uso de ferramentas e produtos capazes de facilitar o levantamento, o mapeamento e a análise dos recursos naturais (OLIVEIRA, 2010; OLIVEIRA et al., 2010).

### **3 ARTIGO A – Proposta metodológica para dimensionamento de Área de Preservação Permanente ripária**

#### **RESUMO**

Sancionada no mês de maio de 2012, a atual Lei de Proteção a Vegetação Nativa (LPVN) - (Lei nº 12.651/2012) trouxe consigo diversas mudanças, principalmente no que diz respeito à Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL). Em outubro do mesmo ano houve uma reformulação parcial (Lei nº 12.727/2012) com alterações pontuais, principalmente em APPs ripárias. Com base em parâmetros edafoclimáticos e topográficos utilizando critérios técnico-científicos de fácil utilização, o presente estudo buscou reduzir a subjetividade na determinação da largura da APP ripária de áreas rurais consolidadas em propriedades maiores que quatro módulos fiscais (MF), particularizando-as para cada realidade ambiental. O estudo cumpre o objetivo proposto estabelecendo uma fórmula que se baseia em textura de solo, pluviosidade, declividade e uso e ocupação do solo, eliminando a subjetividade deixada pela legislação vigente.

Palavras-chave: Erosão. Topografia. Textura do solo. Pluviosidade. Uso e ocupação do solo.

## **Methodological proposal for dimensioning riparian Permanent Preservation Area**

### **ABSTRACT**

Sanctioned in the month of May 2012, the current law of protecting the native vegetation (LPVN) - (Law n° 12.651/2012) brought with it many changes, mainly in what concerns the Permanent Preservation Area (APP) and Legal Reserve (LR). In October of the same year there has been a partial reformulation (Law n° 12.727/2012) with specific changes, mainly in the riparian APPs. Based on edafoclimáticos and topographic parameters using technical-scientific criteria of easy to use, the present study sought to reduce the subjectivity in determining the width of riparian APP from rural areas are consolidated in properties larger than four fiscal modules (MF), specify them for each environmental reality. The study meets the objective proposed establishing a formula that is based on soil texture, rainfall, slope and the use and occupation of the soil, eliminating the subjectivity left by the legislation.

**Keywords:** Erosion. Topography. Soil texture. Rainfall. Occupation of the soil.

### 3.1 INTRODUÇÃO

As matas ciliares proporcionam a realização de importantes funções que garantem a homeostase entre a agropecuária, o meio ambiente e as áreas urbanas. Desse modo, assegurar quantidade e qualidade desses locais torna-se vital e, portanto, é assunto pautado por lei no Brasil. Essas e outras condições são regulamentadas pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN).

A LPVN determina a proporção de uma propriedade rural que pode ser usada para a produção agrossilvipastoril e determina a área de vegetação nativa que deve ser protegida ou ter uso restrito. Também define em quais situações o proprietário, posseiro ou arrendatário de imóvel rural, deve recuperar a vegetação natural. O cumprimento efetivo da LPVN é fundamental para a preservação do que resta da flora, da fauna e dos mananciais brasileiros, uma vez que 53% da vegetação nativa remanescente do país encontram-se em propriedade rural particular (SOARES-FILHO et al., 2014).

Segundo a atual legislação florestal, propriedades rurais com área superior a quatro módulos fiscais (MF) devem preservar como APP faixas entre vinte e cem metros, contabilizados a partir da calha regular do rio, ficando a determinação da largura exata dessa APP atrelada ao Programa de Regularização Florestal (PRA), porém não há publicações que definam exatamente quais parâmetros que devem ser adotados para a definição da largura exata desta faixa (BRASIL, 2012).

Diversos fatores poderiam ter sido utilizados na redação do artigo da lei que trata das regras transitórias para delimitação das larguras das APPs em áreas com uso rural consolidado, como: declividade, textura do solo, pluviosidade e uso e ocupação do solo do entorno da área ripária, mas tais informações não foram abordadas no instrumento de lei, deixando subjetividade, principalmente quando se trata de propriedades rurais maiores que quatro módulos fiscais.

Portanto o objetivo deste estudo foi propor metodologia para a parametrização do dimensionamento de APPs ripárias em propriedades rurais maiores que quatro módulos fiscais e que apresentem uso rural consolidado em áreas ripárias.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia em questão foi batizada de 'APP legal' e se baseia em estudos que quantificam fatores erosivos e de conservação da água e do solo com base em fatores edafoclimáticos e topográficos. Para a parametrização do dimensionamento da largura das APPs, foram vislumbrados cenários menos suscetíveis a erosão, chegando até situações de grande suscetibilidade erosiva.

Foram utilizados os seguintes estudos como base bibliográfica para a determinação dos fatores para a elaboração da fórmula de parametrização do dimensionamento de APP ripária:

- Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2013);
- Manual para levantamento da aptidão agrícola das terras (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995);
- Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso (LEPSCH, 1983);
- Intensidade pluviométrica: uma maneira de tratar dados pluviométricos para análise da vulnerabilidade de paisagens à perda de solo (CRAPANI, MEDEIROS, PALMEIRA, 2004);
- Estimativa da erosividade de chuvas no estado do Paraná pelo método da pluviometria: atualização com dados de 1986 a 2008 (WALTRICK et. al., 2015);
- Equação de perdas de solo (BERTONI; LOMBARDI NETO; BENATTI JÚNIOR, 1975).
- Equação universal de perda de solo revisada (WISCHMEIER; SMITH, 1978);
- Conservação do Solo (BERTONI; LONBARDI NETO, 2010).

A metodologia considerou toda a amplitude de larguras de faixa de APP ripária estabelecido pelo artigo 61-A, segundo as regras transitórias (RT), para áreas com uso rural consolidado (URC), sendo que, de acordo com a lei, as APPs ripárias em propriedade maiores do que quatro módulos fiscais (MF) em locais com

uso consolidado por uso agrossilvipastoril ou de turismo rural, deveriam manter APP com largura entre 20 e 100 metros, contabilizados a partir da borda do leito regular do rio (menor nível sazonal) (BRASIL, 2012).

A metodologia preconiza uma Avaliação Rápida (AR) de 100 metros marginais aos meios hídricos. Largura que é representativa da faixa máxima de APP ripária segundo a lei vigente, determinado pelo artigo 61-A (BRASIL, 2012). Essa faixa de avaliação deve ser contabilizada a partir da borda regular do rio (nível mínimo).

A Área de Avaliação Rápida (AR) deve ser estratificada em glebas sempre que algum dos fatores divergir de modo que mude de classe durante a avaliação que deverá percorrer analisando toda a extensão de área que possua meio hídrico na propriedade.

O método proposto para o dimensionamento de APP ripária com base em fatores edafoclimáticos e topográficos determinou quatro (4) fatores, que podem ser aferidos de forma visual a campo por meio da AR e/ou com auxílio de Sistema de Informação Geográfica (SIG) fomentado com bases cartográficas e bibliográficas pré-existentes sobre a região avaliada (Quadro 3.1).

**Quadro 3.1** – Fatores componentes da metodologia “APP Legal”

<b>Largura inicial da APP</b>	<b>Fatores</b>	<b>Adicional de APP</b>
<i>metros</i>	-	<i>metros</i>
20	Declividade (D)	0 a 20
	Textura (T)	0 a 20
	Pluviosidade (P)	0 a 20
	Uso e ocupação (U)	0 a 20

**Fonte:** o próprio autor.

Cada fator foi dividido em cinco classes, que são representativas das categorias, organizadas sempre partindo das características que mais colaboram para a conservação do solo e da água e prevenção de erosão até as classes consideradas mais erosivas e de fragilidade ambiental.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Lepsch (2016) a maior ou menor suscetibilidade de um terreno à erosão depende de uma série de fatores, dos quais quatro se destacam: clima, tipo de solo, declividade do terreno e manejo agrícola.

Os fatores utilizados na metodologia servem como base para avaliar a conservação do solo e da água, assim como os fatores que influenciam na suscetibilidade desses locais ripários à erosão e contaminação dos meios hídricos. De acordo com o nível de suscetibilidade de cada área, pautado pelos itens avaliados, são adicionados metros na largura da APP proposta, que serão denominados de Adicionais de Área de Preservação Permanente (AA).

A base métrica de partida do cômputo da largura da APP é à determinada pela legislação, 20 metros, que somado aos possíveis AA representará ao final da Avaliação Rápida (AR) a largura indicada para a APP ripária, de acordo com as características edafoclimáticas e topográficas avaliadas naquele cenário específico, jamais ultrapassando os 100 metros, máximo previsto pela Lei nº12.651/2012 (BRASIL, 2012).

Bem definido como será o arranjo dos fatores, estes serão detalhados de acordo com a base bibliográfica da qual foram extraídos seus parâmetros, explanadas as classes de variação para cada fator, conforme pode-se ver a seguir:

**Declividade (D)** - apresentada em classes que representam intervalos de declive em percentual (%), baseado no Manual para levantamento da aptidão agrícola das terras, elaborado por Ramalho Filho e Beck (1995). Sabe-se que a erosão é um fenômeno natural que diz respeito ao desgaste que a superfície do solo pode sofrer, porém esse efeito é acelerado quando submetida a qualquer uso, sem medidas conservacionistas, principalmente em locais de topografias acidentadas, portanto, a avaliação da declividade é considerada um dos itens presente na metodologia para a determinação da largura das APPs ripárias (Tabela 3.1).

**Tabela 3.1** – Níveis de declividade e respectivas classes, segundo nomenclatura elaborada por Ramalho Filho e Beek (1995).

Nível de declive	Classes
< 3%	Plano
≥ 3 < 8%	Suave ondulado
≥ 8 < 13%	Moderadamente ondulado
≥ 13 < 20%	Ondulado
≥ 20 < 45%	Forte ondulado
≥ 45 < 100%	Montanhoso
≥ 100%	Escarpado

**Fonte:** Adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995).

As classes foram baseadas nos graus de limitação por suscetibilidade a erosão, estabelecidos no Manual para levantamento da aptidão agrícola das terras (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995), são:

**-Nulo** - terras não suscetíveis à erosão são geralmente em solos de relevo plano (0 a 3% de declive), e com boa permeabilidade. Quando cultivadas por 10 a 20 anos podem apresentar erosão ligeira, que pode ser controlada com práticas simples de manejo.

**-Ligeiro** - terras que apresentam pouca suscetibilidade a erosão. Geralmente possuem boas propriedades físicas, variando os declives de 3 a 8%. Quanto utilizadas com lavouras por um período de 10 a 20 anos apresentam uma perda de solo de 25% ou mais do horizonte superficial. Práticas conservacionistas simples podem prevenir esse tipo de erosão.

**-Moderado** - terras que apresentam moderada suscetibilidade a erosão, seu relevo geralmente é ondulado, com declives de 8 a 13%. Esses declives podem variar para mais quando as condições físicas forem muito favoráveis ou para menos de 8% quando muito desfavoráveis, como é o caso de solos com mudança textural abrupta de horizonte B. Se utilizadas fora dos princípios conservacionistas, essas terras podem apresentar sulcos e voçorocas, requerendo práticas de controle à erosão desde o início de sua utilização.

**-Forte** - terras que apresentam forte suscetibilidade a erosão. Ocorrem em relevo ondulado a forte ondulado, com declive normalmente entre 13 e 20%, os quais podem ser maiores ou menores, dependendo das condições físicas. Na maioria dos casos a prevenção à erosão depende de práticas intensivas de controle.

**-Muito Forte** - terras que apresentam alto grau de suscetibilidade a erosão, ocorre em relevos forte ondulado, com declives entre 20 e 45%. Na maioria dos casos o controle a erosão é dispendioso, podendo ser antieconômico para agricultura.

**-Extremamente Forte** - terras que apresentam o mais severo grau de suscetibilidade a erosão. Não são recomendáveis para o uso agrícola, sob pena de serem totalmente erodidas em poucos anos de uso. Trata-se de terras ou paisagens com declives superiores a 45%, nas quais deve ser estabelecida cobertura vegetal de preservação ambiental (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995).

De acordo com os níveis de suscetibilidade à erosão, foram estabelecidos os adicionais de APP (AA). Classes com declividade que representam terrenos planos, com declives inferiores a 3%, portanto, com baixa suscetibilidade a erosão, ficam sem AA. Os locais identificados com declividades superiores a 3%, e de até 8% são considerados de ligeira suscetibilidade (5 metros de AA). Áreas que apresentaram declividade superior à 8% de até 13% tem adição de 10m de AA, já propriedades com declividade maiores que 13% e de até 20% soma-se 15m de AA e por fim, às classes declividades mais íngremes, representado por relevos fortemente ondulados, montanhosos ou escarpados (maiores que 20%), que, por se tratar de classes de alto risco erosivo, têm o maior AA (20 metros) (Tabela 3.2).

**Tabela 3.2 – Fator D - Declividade e os respectivos adicionais de APP**

<b>Declividade (D)</b>		
Declividade (D)	Classe	Adicional de APP
%	-	metros
< 3	Plano	0
≥ 3 < 8	Suave ondulado	5
≥ 8 < 13	Moderado ondulado	10
≥ 13 < 20	Ondulado	15
≥ 20	Forte ondulado/Montanhoso/Escarpado	20

**Fonte:** o próprio autor.

**Textura (T)** - consiste na propriedade física do solo que menos sofre alteração ao longo do tempo. Possui relevância para irrigação, pois tem influência direta na taxa de infiltração de água, na aeração, na capacidade de retenção de água, na nutrição, assim como na aderência ou força de coesão das partículas do solo, este último, importante fator conservacionista, pois evita ou mitiga possíveis erosões.

Os teores de areia, silte e argila no solo influenciam diretamente no ponto de aderência aos implementos de preparo do solo e plantio, facilitando ou dificultando o trabalho das máquinas. Assim como as porções e combinações dessas diferentes granulometrias são fatores que aumentam ou diminuem a suscetibilidade do solo de sofrer desprendimento e carregamentos de partículas (erosão).

As classes de textura do solo são baseadas na porção de solo em cada granulometria em sua composição, informação que foi baseada no estudo do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2013).

Os principais grupamentos texturais para os solos brasileiros, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2013), são: muito argiloso, argiloso, média, siltoso e arenoso. Sendo apresentado como a união de uma ou mais classes de textura, registrados em notação simples, binária ou terciária, são definidos pelos seguintes grupamentos texturais:

- **Textura arenosa** - material que compreende as classes texturais areia e areia franca, ou seja, teor de areia menos teor de argila  $> 700 \text{ g kg}^{-1}$ .
- **Textura média** - material com menos de  $350 \text{ g kg}^{-1}$  de argila e mais de  $150 \text{ g kg}^{-1}$  de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca.
- **Textura Siltosa** – material com menos de  $350 \text{ g kg}^{-1}$  de argila e menos de  $150 \text{ g kg}^{-1}$  de areia.
- **Textura argilosa** -material com conteúdo de argila entre  $350 \text{ g kg}^{-1}$  e  $600 \text{ g kg}^{-1}$ .
- **Textura muito argilosa** – material com conteúdo de argila superior a  $600 \text{ g kg}^{-1}$  (EMBRAPA, 2013).

O levantamento e determinação da textura pode ser realizado por meio de material bibliográfico, como: relatórios e mapas de solo. O utilizador pode também consultar bancos de dados de laboratórios, instituições de ensino ou até mesmo empresas que já tenham realizado análises granulométricas para a região de interesse.

Pode também ser realizado validação, utilizando testes de campo por meio de metodologias para análise de textura pelo tato, como as apresentadas pelo Manual Técnico de Pedologia (IBGE). A textura do solo pode ser avaliada a campo por meio do tato, pela sensação ao se esfregar uma amostra úmida de solo por entre os dedos ou na palma da mão. A fração areia da sensação de atrito, silte de sedosidade e argila de plasticidade e/ou pegajosidade (OLIVEIRA, 2007) (Figura 3.1).

**Figura 3.1** – Avaliação de textura do solo pelo tato.



Fonte: IBGE (2007 p. 140).

As classes relacionadas ao fator T inicia sem adicional de APP (AA), para o grupamento com menores riscos de erosão (solos muito argilosos), e finaliza com os grupamentos mais erodíveis (solos arenosos). Para solos identificados com de textura argilosa, adiciona-se cinco metros de AA, já os solos considerados de textura Siltosa tem adição de 10m de AA, os solos com textura considerada média por apresentarem fragilidade intermediária aos demais em termos de suscetibilidade à erosão tem 15m de AA, chegando até o máximo de 20 metros de AA, estabelecido para solos arenosos, considerados de maior suscetibilidade à desagregação, conseqüentemente, o grupamento mais erodível (Tabela 3.3).

**Tabela 3.3** – Fator T - Textura e os respectivos adicionais de APP.

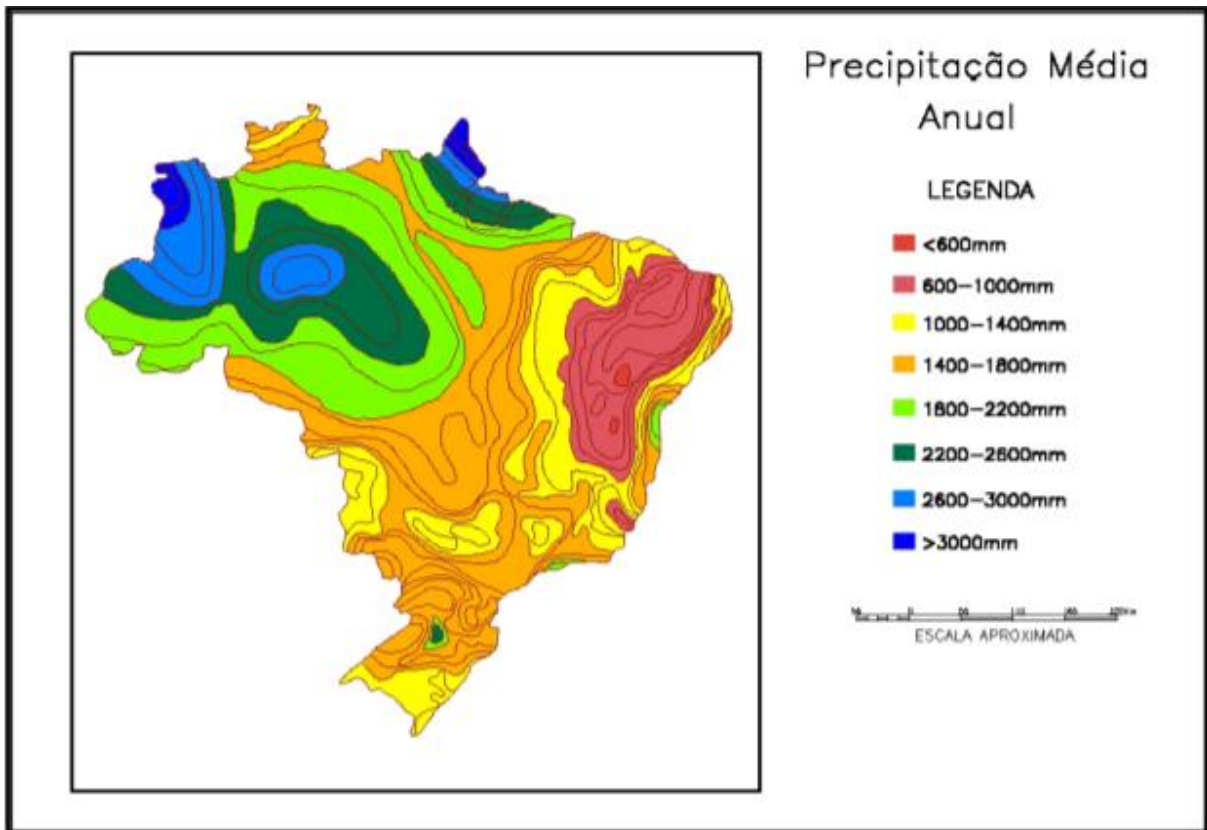
Textura do solo (T)		
Textura	Classes	Adicional de APP
-	g kg <sup>-1</sup>	metros
<i>Muito argilosa</i>	≥ 600 de argila	0
<i>Argilosa</i>	≥ 350 < 600 de argila	5
<i>Siltosa</i>	< 350 de argila e < 150 areia	10
<i>Média</i>	< 350 de argila ≥ 150 de areia	15
<i>Arenosa</i>	≥ 700g kg <sup>-1</sup> de areia	20

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2013).

**Pluviosidade (P)** - para esse fator deve ser considerado a intensidade pluviométrica (IP), valor que pode ser obtido por meio de estações meteorológicas que possam oferecer histórico de dados sobre a quantidade de chuvas (mm) e período de meses de precipitação ao longo do ano.

As principais características físicas da chuva envolvidas nos processos erosivos, conforme Buckman e Brady (1976) dizem, são: a quantidade ou pluviosidade total, a intensidade ou intensidade pluviométrica e a distribuição sazonal. Dentre as três características é especialmente importante se conhecer a *intensidade pluviométrica*. (Figura 3.2)

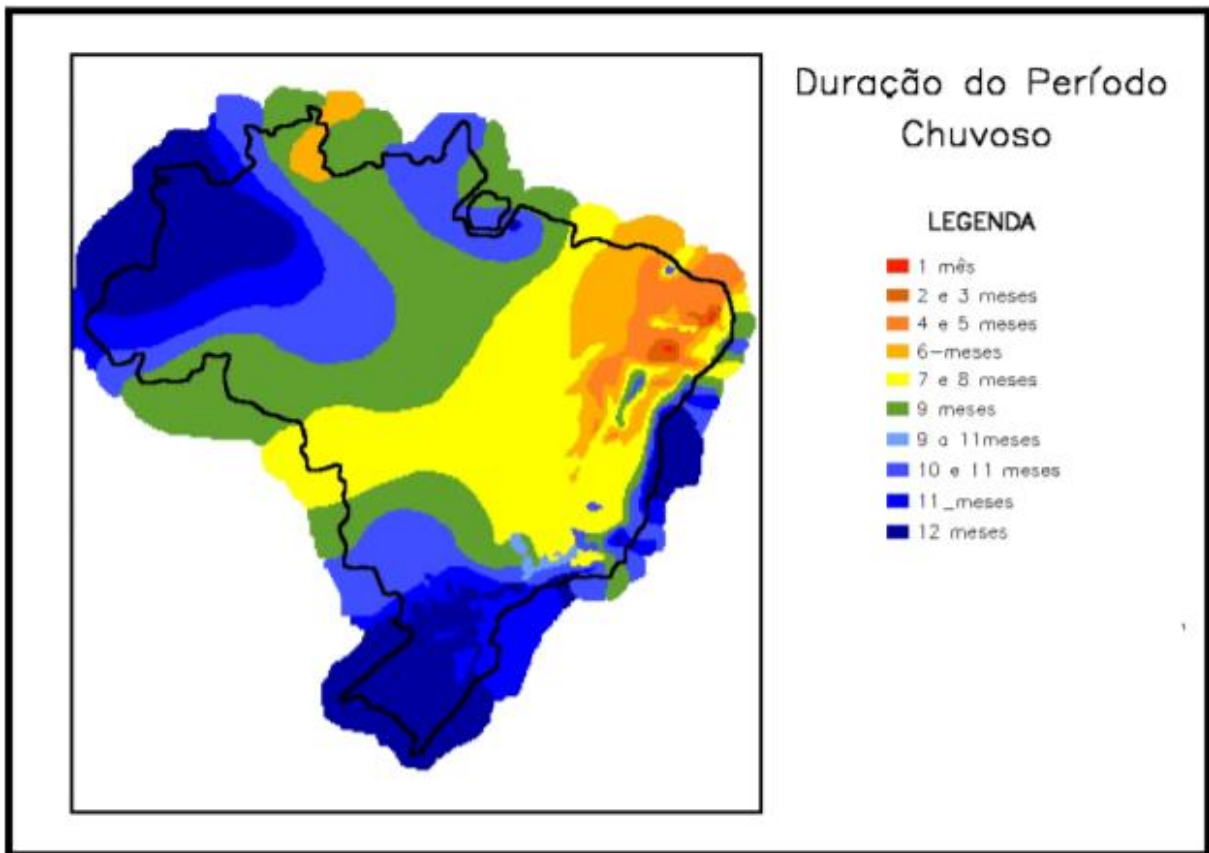
**Figura 3.2** – Precipitação média anual nas diversas regiões do Brasil



Fonte: Crepani et al. (2004).

A IP representa uma relação entre as outras duas características (quanto chove/quando chove), resultado que determina, em última análise, a quantidade de energia potencial disponível para transformar-se em energia cinética. Saber quantos dias ou meses chove ao longo do ano é tão importante quanto saber o volume total de chuva (Figura 3.3).

**Figura 3.3** – Duração do período chuvoso nas diversas regiões do Brasil



Fonte: Crepani et al. (2004).

A IP, permite a quantificação empírica do grau de risco a que está submetida uma unidade de paisagem, pois situações de intensidade pluviométrica elevada, isto é, alta pluviosidade anual e curta duração do período chuvoso, podem ser traduzidas como situações onde a quantidade de água disponível para o escoamento superficial é muito grande, e portanto, é maior a possibilidade de erosão (CREPANI; MEDEIROS; PALMEIRA, 2004).

Segundo Crepani, Medeiros e Palmeira (2004) a chuva é agente causador de denudação, a causa fundamental da denudação é a ação da chuva agindo inicialmente sobre as rochas provocando o intemperismo, e mais tarde sobre o solo removendo-o pela erosão hídrica. O impacto direto das gotas e o escoamento superficial do excesso de água da chuva (“run off” ou enxurrada) são os agentes ativos da erosão hídrica, o solo é o agente passivo

Levando-se em consideração o estudo de Waltrick et al. (2015), que estudou diversos aspectos relacionados a precipitação no estado do Paraná, em sua

revisão o autor notou que locais com maior intensidade de chuvas são proporcionalmente mais suscetíveis a erosão.

A intensidade da chuva é calculada por meio da obtenção da média pluviométrica anual, que é dividida pelo número de meses com precipitação no ano. Caso o local de obtenção do dado apresente as informações em média mensal e dias de chuva, deve ser recalculado de forma que os dados fiquem em média anual e meses de chuva. Os dados devem ser processados como na fórmula 3.1 e o resultado é a Intensidade Pluviométrica (IP) expressa em mm mês<sup>-1</sup>.

$$IP = \frac{Pma}{mC^*} \dots\dots\dots(3.1)$$

Em que:

IP: Intensidade Pluviométrica (mm mês<sup>-1</sup>);

Pma: Pluviosidade média anual (mm ano<sup>-1</sup>);

mC\*: Meses com precipitação (meses);

\*Quando a fonte de obtenção do dado apresentar a informação em dias de chuva, a soma total de dias deve ser dividida por 30 para que haja conversão desses dados para meses de chuva.

Ao analisar a variação pluviométrica em todo o território brasileiro, verificou-se que a amplitude das médias pluviométrica variou entre 300 e 3600 mm ano<sup>-1</sup> e a intensidade pluviométrica ficou entre 75 e 2000 mm mês<sup>-1</sup> (CREPANI; MEDEIROS; PALMEIRA, 2004) (Tabela 3.4).

**Tabela 3.4** – Pluviosidade, duração média do período chuvoso e de intervalos possíveis de intensidade pluviométrica para as diferentes regiões do país.

Região	Pluviosidade	Período Chuvos	Intensidade
	<i>Mín-Máx</i>	<i>Mín-Máx</i>	<i>Mín-Máx</i>
-	<i>mm ano<sup>-1</sup></i>	<i>mêses</i>	<i>mm mês<sup>-1</sup></i>
<i>Norte</i>	1400 - 3400	7 a 12	116,6 - 485,7
<i>Nordeste</i>	300 - 2000	1 a 3	100,0 - 2000,0
<i>Sudeste</i>	900 - 3600	6 a 12	75,0 - 600,0
<i>Sul</i>	1200 - 2000	9 a 12	100,0 - 222,2
<i>Centro-oeste</i>	1000 - 3000	7 a 11	90,9 - 428,5

**Fonte:** CREPANI; MEDEIROS; PALMEIRA (2004).

De acordo com os dados pluviométricos apresentados na Tabela 3.4, o fator P foi estratificado com base na variação do IP, dividido em intervalos equidistantes, de modo que fossem criadas cinco classes com intervalos de índices pluviométricos ( $\text{mm mês}^{-1}$ ), sendo atrelados os respectivos AA. Os valores acima de  $600 \text{ mm mês}^{-1}$  por se tratar de números pouco comuns, foram inseridos em uma única classe, sendo considerada como muito alta (Tabela 3.5).

**Tabela 3.5 – Fator P – Pluviosidade e seus respectivos adicionais de APP**

<b>Pluviosidade (P)</b>		
<b>Intensidade Pluviométrica</b>	<b>Classes</b>	<b>Adicional de APP</b>
<i>mm mês<sup>-1</sup></i>	-	<i>metros</i>
< 150	Muito baixa	0
≥150 < 300	Baixa	5
≥ 300 < 450	Média	10
≥ 450 < 600	Alta	15
≥ 600	Muito alta	20

**Fonte:** Compilado a partir de CREPANI; MEDEIROS; PALMEIRA (2004).

**Uso e ocupação do solo (U)** - baseado no fator C da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), que corresponde à taxa de perda de solo ao ano de uma área cultivada em determinadas condições e a perda de solo de uma outra área com mesmas características de referência, porém continuamente mantida com solo preparado e sem qualquer tipo de cobertura vegetal (WISCHMEIER; SMITH, 1978).

O cultivo do solo promove a redução das perdas por erosão em razão da proteção oferecida pela vegetação. Porém, esta redução depende das combinações de cobertura vegetal, sequência de culturas e práticas de manejo, além do estágio de crescimento e desenvolvimento da cultura durante o período das chuvas (BERTOLINI; BELLINAZZI JUNIOR, 1994).

Segundo Ramalho Filho e Beck (1995); Sparovek e Lepsch, (1998) o uso do solo, assim como as variações em termos de qual espécie vegetal o cobre, é importante, pois pode garantir a estabilidade geológica, assim como a quantidade e qualidade d'água infiltrada no perfil do mesmo. O contrário da infiltração é o escoamento superficial da água, evento que pode arrastar partículas do solo e até mesmo dejetos resultantes da agropecuária para os meios hídricos.

Há variação nos resultados de estudos que estimaram o valor do fator C, mesmo quando é estudado apenas uma cultura. Sendo assim, foram compilados valores levantados a partir de diversos estudos e metodologias que estimaram o valor do fator C da EUPS (CERRI, 1999; DONZELI et al., 1992; ITO; RAVINDRAN, 1998; MENK, 1993; NASCIMENTO, 1998; CAVALIERI et al., 2006; WEILL, 1999), compondo uma Tabela com os valores mínimos, médios e máximos para o C das principais culturas produzidas e usos do solo no país (Tabela 3.6).

**Tabela 3.6** – Compilado da variação dos dados do fator C (uso e ocupação do solo).

Uso e ocupação do solo	Fator C (adimensional)		
	Mínimo	Médio	Máximo
Solo exposto (nu)	1,00000	1,00000	1,00000
Culturas anuais (Soja/Milho)	0,08210	0,31605	0,55000
Cana-de-açúcar	0,05000	0,17830	0,30660
Perenes (Café/Citros)	0,04000	0,08750	0,13500
Pastagem (natural/plantada)	0,00100	0,01560	0,03000
Reflorestamento (Natural/Silvicultura)	0,00010	0,02460	0,04910
Vegetação natural (Nativa)	0,00004	0,00200	0,00400

**Fonte:** Compilado do Fator C levantado pelos autores: CERRI, 1999; DONZELI et al., 1992; ITO; RAVINDRAN, 1998; MENK, 1993; NASCIMENTO, 1998; CAVALIERI et al., 2006; WEILL, 1999.

Apesar da grande variação dos resultados dos estudos que avaliaram o fator C da EUPS há consenso quanto a ordem de grandeza dos usos do solo se seu respectivo papel em termos de conservação do solo e potencial de mitigar a erosão.

Portanto o uso que melhor garante a estabilidade do solo e efetivamente filtra as substâncias geradas pela agropecuária, é a cobertura florestal, natural ou plantada, devido a esse fato a classe florestas foi considerada de maior poder conservacionista, não tendo AA. A segunda classe de uso são as pastagens (natural ou plantada), com 5 metros de AA por se tratar de um tipo de cobertura bastante homogêneo, com alta capacidade de mitigar os efeitos da chuva causadores de erosão. Culturas perenes, é a classe intermediária, com adicional de 10 metros, posteriormente culturas anuais (incluindo cana-de-açúcar), com adicional de 15 metros, pois trata-se de culturas que anualmente ou até semestralmente tem boa parte de sua estrutura vegetativa colhida e com isso expõe muito o solo aos efeitos erosivos.

Por fim, solo exposto (solo nu), sendo considerada a classe mais suscetível a erosão e de menor conservação do solo e da água, pois se trata de material particulado continuamente exposto de forma direta aos efeitos da chuva, portanto com o adicional máximo (20 metros de APP) (Tabela 3.7).

**Tabela 3.7 – Fator U– Uso e ocupação do solo e seus respectivos adicionais de APP.**

<b>Uso e ocupação do solo (U)</b>	
Uso e ocupação	Adicional de APP
-	<i>metros</i>
Floresta (Natural ou plantada)	0
Pastagens (Natural ou plantada)	5
Culturas perenes	10
Culturas anuais	15
Solo Exposto (nu)	20

**Fonte:** o próprio autor.

A última parte da aplicação da metodologia ocorre após a identificação e escolha de uma classe para cada fator avaliado, realizando a soma dos possíveis AA, adicionar os vinte metros iniciais de APP, estabelecido como o mínimo pela legislação (Lei nº 12.651/2012 e Lei nº 12.727/2012) chegando a proposta de largura da Área de preservação permanente (APP).

O resultado é uma variação entre 20 e 100 metros de largura de APP, como proposto pelas leis (12.651/2012 e 12.727/2012), porém com a parametrização bem definida estabelecida pela fórmula apresentada na metodologia “APP Legal”. A fórmula completa da metodologia e a tabela com todos os fatores e respectivas classes pode ser observado por meio da fórmula 3.1 e Tabela 3.8.

$$\mathbf{APP = 20 + D + T + P + U \dots \dots \dots (3.1)}$$

Em que:

**APP** = Área de Preservação Permanente (Final) - metros

**D** = declividade (adicional de APP) - metros

**T** = textura do solo (adicional de APP) - metros

**P** = pluviosidade (adicional de APP) - metros

**U** = Uso e ocupação do solo (adicional de APP) - metros

**Tabela 3.8** – Fatores abordados pela metodologia proposta (APP LEGAL), suas classes de acordo com os agravantes e respectivos adicionais de APP (AA)

Adicional de APP		Fatores de avaliação		
AA	D	T	P	U
metros	%	-	mm mês <sup>-1</sup>	-
0	< 3	Muito argiloso	< 150	Florestal*
5	≥ 3 < 8	Argiloso	≥ 150 < 300	Pastagens**
10	≥ 8 < 13	Siltoso	≥ 300 < 450	Culturas perenes
15	≥ 13 < 20	Média	≥ 450 < 600	Culturas anuais
20	≥ 20	Arenoso	≥ 600	Solo exposto (nu)

\*Florestas naturais ou plantadas (para regeneração ou madeira), \*\*Pastagens naturais ou plantadas.

**Fonte:** o próprio autor.

Mesmo com uso da metodologia, que se baseia em características edafoclimáticas e topográficas e parametrizam a largura das faixas, é indicado que sempre seja utilizado práticas agropecuárias conservacionistas, que colaborem com a conservação da água e do solo, como: Sistema Plantio Direto (SPD), semeadura em nível, terraceamento, cordões verdes permanentes, consórcio de plantas de cobertura, e quaisquer outros manejos que venham a colaborar com a sustentabilidade e estabeleçam agricultura e pecuária de baixo impacto ambiental e sustentável, dando assim a sinergia necessária que deve ocorrer entre atividades agrossilvipastoril e o meio ambiente.

### 3.4 CONCLUSÃO

Com base em estudos de conservação da água e do solo e estudos de classificação de capacidade de uso da terra, foi proposta a metodologia 'APP LEGAL', composta por fórmula que possibilita a avaliação rápida de fatores edafoclimáticos e topográficos. A metodologia pode vir a se tornar solução de parametrização, eliminando a lacuna metodológica deixada pela Lei nº12.651/2012, no que diz respeito às Áreas de Preservação Permanente ripárias, em propriedades com uso rural consolidado, que possuam mais de quatro módulos fiscais.

#### **4 ARTIGO B – Determinação de Área de Preservação Permanente ripária utilizando a metodologia “APP legal”**

##### **RESUMO**

O Brasil é um dos países que mais preserva suas florestas, tem cerca de 54% de seu território coberto por algum tipo de formação natural (SOARES FILHO et al., 2014). As Leis de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) são fator determinante para que estes números se mantenham em um país que tem quase um quarto do Produto Interno Bruto (PIB) e mais de 50% de suas exportações providos pelo agronegócio. Sabe-se que a atual LPVN (Lei nº12.651/2012) trouxe consigo algumas alterações em relação as Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), porém nada que autorize novas supressões, e sim, regras para que determinadas condições de usos antrópicos do solo em áreas antes destinadas a preservação, permaneçam. Houve mudança em relação as larguras de APP em áreas ripárias com uso rural consolidado, a legislação estabelece para propriedades com tamanho de até quatro módulos fiscais (MF) larguras precisas de APP, mas não há parâmetros claros quando o assunto é APP em propriedades com área de tamanho superior. A legislação passa para os estados a responsabilidade de definir e propor parâmetros no Plano de Regularização Ambiental (PRA) que definam como tratar essa situação. Com objetivo de sanar tal subjetividade, o presente estudo aplica de forma simulada em uma microbacia amostral a metodologia para o dimensionamento de APP ripária, baseada em fatores edafoclimáticos e topográficos, foram elencadas seis propriedades rurais com área superior a quatro MFs que tinham uso rural consolidado em área de proteção. A metodologia é baseada em quatro fatores, sendo eles: declividade, textura do solo, pluviosidade e uso e ocupação do solo. Cada um dos fatores é composto por cinco classes, que são baseadas no agravante da suscetibilidade à erosão. Os fatores são utilizados para determinar Adicionais de APP(AA). O resultado da aplicação da metodologia propõe quatro tamanhos de APP ripária (35, 45, 55 e 60 metros) conforme as características avaliadas em cada uma das seis propriedades avaliadas.

**Palavras-chave:** APP. Erosão. Legislação florestal. Fatores edafoclimáticos. Topografia.

## **Determination of Permanent Preservation Area variation using the methodology “legal PPA”**

### **ABSTRACT**

Brazil is one of the countries that most preserves its forests, has approximately 54% of its territory covered by some kind of natural formation (SOARES FILHO et al., 2014). The Laws of protection of native vegetation (LPNV) are a determinant factor for which these numbers remain in a country that has almost a quarter of the Gross Domestic Product (GDP) and more than 50% of its exports provided by agribusiness. It is known that the current LPVN (Law No. 12.651/2012) brought some changes in relation to the Areas of Permanent Preservation (APP) and Legal Reserve (RL), but nothing that authorize new suppressions, and yes, rules for certain conditions of soil anthropic uses in areas previously intended for the preservation remain. There was a change in the widths of APP in riparian areas with rural use consolidated, the legislation sets the size for properties witch up to four fiscal modules (FM) accurate size of APP, but there are no clear parameters when the subject is app on properties with higher size area. The legislation passes to the States the responsibility to define and propose parameters in Environmental Regularization Plan (ERP) that define how to handle this situation. With the aim of heal such subjectivity, the present study applies in a simulated in a sample watershed the methodology for the dimensioning of riparian APP, Based on edafoclimáticos and topographic factors, were listed six farms with an area larger than four MFs who had rural use consolidated in area of protection. The methodology is based on four factors: GROUND CONTOURS, soil texture, rainfall and soil use and occupation. Each of the factors is composed by five classes, which are based on the aggravating factor of susceptibility to erosion. The factors are used to determinate a PPA adictional (AA). The result of the application of the methodology proposes four sizes of APP riparian (35, 45, 55 and 60 meters) as the characteristics evaluated in each of the six evaluated properties.

**Key words:** APP. Erosion. Forestry legislation. Edafoclimáticos factors. Topography.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

As condições atuais dos atributos do meio físico são, parcialmente, resultados das diferentes formas do uso e ocupação do solo pela sociedade, nas quais as ações do homem interferiram na evolução natural desses componentes (ROMÃO; SOUZA, 2011).

No Brasil, segundo Soares Filho et al. (2014), 53% da vegetação nativa está localizada em propriedades privadas, com a maior parte dessa vegetação em Área de Preservação Permanente (APP), principalmente às ligadas a meios hídricos.

No final do ano de 2012 com a implantação do Código Florestal (Lei nº12.651/2012) diversas alterações ocorreram, desencadeando mudanças na gestão dos recursos ambientais. Uma das alterações refere-se à largura das faixas marginais dos cursos d'água, que foram substancialmente reduzidas em relação ao antigo código florestal (Lei nº4.771/1965).

Uma inconstância na Lei nº12.651/12 foi causada pelas alterações realizadas pela Lei nº12.727/2012, e pode ser vista no Artigo 61-A da Seção 2 do Capítulo VII que trata das Disposições Transitórias (DT) para APP em áreas consolidadas de imóveis rurais maiores do que quatro módulos fiscais.

A Lei de Proteção a Vegetação Nativa (LPVN) apenas menciona que deve ser preservada como APP faixas com mínimo de 20 e máximo de 100 metros, mas não cita quais fatores servirão de embasamento para determinação dessa largura em áreas rurais consolidadas (ARC), e não deixa claro como os órgãos competentes irão elaborar parâmetros, nem como irão avaliar o Plano de Regularização Ambiental (PRA), deixando brechas para a subjetividade e conseqüentemente culminando em faixas menores do que o ideal, fator determinante para a ocorrência de erosões.

Com objetivo de sanar tal subjetividade a metodologia APP Legal propõe fórmula baseada em fatores edafoclimáticos e topográficos para determinação de larguras de APP em propriedades rurais maiores que quatro MF com ARC.

Portanto o objetivo do presente estudo foi aplicar de forma simulada em uma microbacia amostral a metodologia APP Legal, afim de determinar a Área de Preservação Permanente riparia em propriedades rurais com área superior à quatro módulos fiscais (MFs).

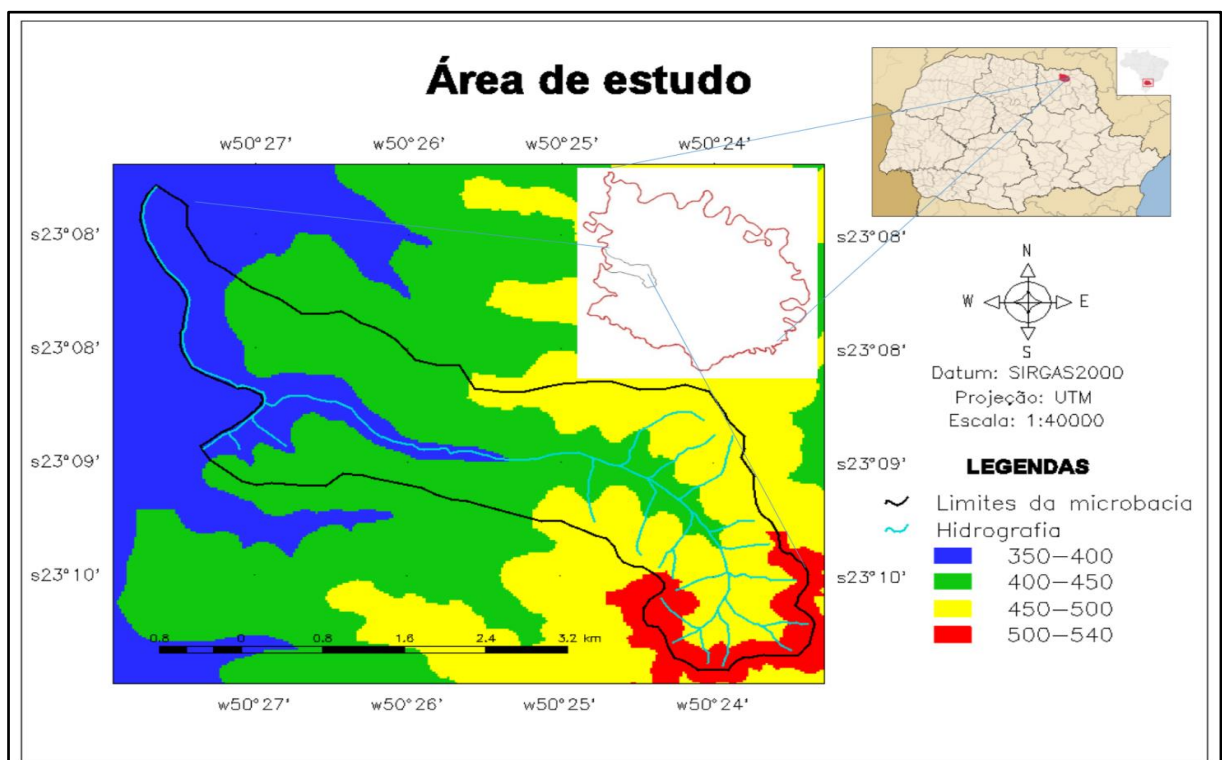
## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na microbacia Água da Divisa, localizada na região centro-oeste do município de Bandeirantes – PR, por sua vez o município está localizado na Mesorregião Norte Pioneiro do Paraná. Área identificada no retângulo envolvente determinado pelas coordenadas  $50^{\circ} 39' 25''$  a  $50^{\circ} 07' 15''$  Oeste e  $23^{\circ} 17' 24''$  a  $22^{\circ} 54' 09''$  Sul, zona 22 (Figura 4.1).

A economia do município é baseada principalmente na agricultura, tendo destaque para o plantio de cana de açúcar, soja, milho e a olericultura em ambientes protegidos. O Rio Laranjinha como é o principal meio hídrico da microbacia, este que é constituinte da bacia hidrográfica Rio das Cinzas, que está inserida em unidade hidrográfica de mesmo nome.

A Região é originariamente de Floresta Estacional Semidecidual Ombrófila Mista (FESOM), apresenta clima classificado como Cfa (subtropical) com verões quentes e chuvosos e baixa frequência de geadas (KÖPPEN, 1936), precipitação média anual em torno de 1600 a 1800 mm e umidade relativa do ar entre 75 e 80% (IAPAR, 2010, CD).

**Figura 4.1** – Caracterização da área de estudo (Microbacia Água da Divisa)



Fonte: o próprio autor.

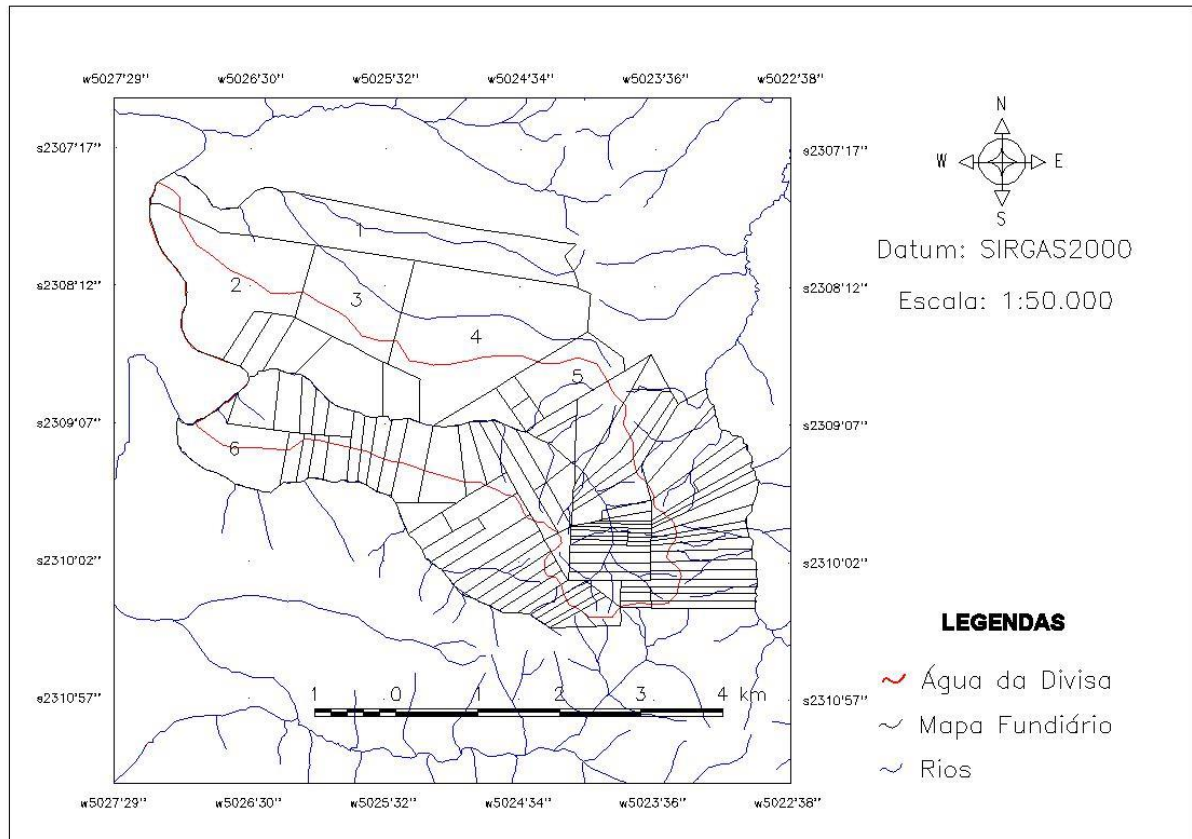
Se fez necessária caracterização fundiária do município, para tanto foi realizada a importação do mapa fundiário produzido por Reis, Reis e Abi Saab (2008), documento que apresenta polígonos que mostram de forma detalhada o tamanho de cada propriedade rural do município de Bandeirantes no ano de 2008. O PI foi posteriormente recortado apenas na área de interesse – microbacia Água da Divisa.

No ambiente SIG foi criado um Plano de Informação (PI), vetorial do tipo polígono, representativo dos limites da microbacia Água da Divisa, este foi baseado na grade quadrangular criada a partir das cotas altimétricas obtidas por meio da importação do Modelo Numérico Terreno (MNT), digitalizado a partir de cartas base do município, importadas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística por Reis et al. (2016).

Foram definidas como propriedades componentes da microbacia, toda e qualquer propriedade que estivesse inserida, total ou parcialmente adentro dos limites representativos dos divisores da água que compõe a microbacia Água da Divisa.

As propriedades utilizadas para a aplicação simulada da metodologia foram as que possuíam mais de quatro Módulos Fiscais (MF) de tamanho. Está identificação se deu por meio da operação medida de classes para a medição do tamanho das mesmas. Para a análise das características das faixas ripárias, utilizou-se de algarismos arábicos de um a seis facilitar a compreensão dos resultados. Após contadas e medidas, as propriedades selecionadas para a aplicação simulada da metodologia foram aquelas com área superior à quatro módulos fiscais (MFs). Baseado no MF de Bandeirantes que é de dezoito hectares (18 ha), qualquer propriedade com área igual ou superior à 72 ha foi considerada para estudo (Figura 4.2).

**Figura 4.2** – Microbacia Água da Divisa com destaque para as 6 propriedades  $\geq 4$  MF



Fonte: o próprio autor.

Para processamento dos dados foi utilizado Sistema de Informação Geográficas (SIG) Spring (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - SIG), (CAMARA et al., 1996).

Com base nas cotas altimétricas do MNT foi elaborado o mapa de declividade da microbacia, por meio da operação geração de grade triangular, posteriormente a geração de grade regular. O produto dessas operações foi fatiado em classes temáticas de declividade, expressas em percentual, de acordo com Ramalho Filho e Beek (1995).

Para a intensidade pluviométrica, foram utilizados os dados tabulados a partir dos registros encontrados no site do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), dados da estação meteorológica da Universidade Estadual do Norte do Paraná (antiga Fundação de Faculdade Luiz Meneghel – FFALM), Código: 02350018 / LAT: 23.06 S / LONG: 50.21 W / ALT: 440m, referente ao período de 1976 à 2017, na qual se obteve o valor médio de 1447 mm ano<sup>-1</sup> e total de 109 dias com precipitação (3.64 meses) (Figura 4.3).

**Figura 4.3 – Dados da estação meteorológica de Bandeirantes – PR (UENP).**

ESTACAO: BANDEIRANTES / CODIGO: 02350018 / LAT: 23.06 S / LONG: 50.21 W / ALT: 440 M															PER.: 1976/2017	
MES	TEMPERATURA DO AR (.c)				U.REL		VENTO		PRECIPITACAO			EVAPOR.		INSOL.		
	média máxima	média mínima	máxima abs	ano	min abs	ano	média comp	média %	dir pr.	m/s	total	máxima 24h	ano	dias chuva	total mm	total horas
JAN	30,9	20,3	39,8	2015	12,0	1980	24,8	75	SE	2,6	202,9	135,0	1977	14	103,4	205,7
FEV	31,3	20,3	39,4	2014	14,0	1976	24,9	75	SE	2,3	167,9	144,0	1996	13	91,0	194,7
MAR	30,9	19,4	37,6	2005	8,0	1976	24,2	72	SE	2,7	129,6	157,7	1992	10	113,9	221,3
ABR	29,2	17,3	36,6	1979	5,0	1999	22,4	71	SE	2,6	93,7	126,9	2013	7	109,3	227,4
MAI	25,8	14,1	33,2	1984	-1,1	1979	19,2	73	SE	2,4	109,0	111,3	2017	7	90,5	210,1
JUN	24,6	12,5	31,4	2017	-0,1	1994	17,7	73	SE	2,2	80,8	210,2	2012	6	80,1	202,2
JUL	25,2	12,3	33,0	2006	-1,9	1981	17,9	68	SE	2,5	60,8	89,4	1995	5	104,7	226,8
AGO	27,6	13,4	36,3	1994	0,0	1978	19,7	60	SE	2,9	41,3	69,3	1986	4	145,8	240,3
SET	28,3	15,3	39,0	1988	2,8	2002	21,0	62	SE	3,5	103,6	109,3	2014	8	159,6	203,7
OUT	30,0	17,5	39,0	2007	8,5	1981	23,0	65	SE	3,6	138,5	144,0	2011	10	164,4	220,9
NOV	30,6	18,6	40,9	1985	11,0	vrs	23,9	66	SE	3,5	140,7	127,0	1981	10	147,2	226,4
DEZ	30,8	19,8	38,2	2012	13,2	2001	24,6	71	SE	3,0	177,6	114,0	1991	13	123,8	214,9
ANO	28,8	16,7					21,9	69,4			1447			109	1434	2594
EXT			40,9		-1,9							210,2				
																EB/

Fone: IAPAR (2018).

O uso e ocupação do solo foi levantado por sensoriamento remoto, utilizando cenas obtidas do satélite Rapid-Eye AG (2015) com resolução espacial de 5 metros. Foi realizada a classificação supervisionada Maxver a 99% de limiar de aceitação, utilizando a banda 3 (G – GREEN) em opção monocromática.

As classes utilizadas para a identificação dos usos foram: culturas anuais, culturas perenes, pastagens, florestais e solo exposto (nu), mesmas classes utilizadas em manuais para levantamento e caracterização do meio físico, como o Manual para levantamento da aptidão agrícola das terras, elaborado por Ramalho Filho e Beck (1995) e o Manual para o Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação das Terras no Sistema de Capacidade de Uso (LEPSCH et al., 1983)

As classes texturais dos solos da microbacia foram obtidas com base na classificação de tipos de solos da folha MIR – 497/SF – 22 Z-C de – Mapa de solos do estado do Paraná (BHERING et al., 2008) e Sistema Brasileiro de Classificação de solos (SiBCS, 2013). Com validação por meio de dados dos registros do Laboratório de solos da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP).

#### 4.2.1 Metodologia “APP Legal”

A metodologia “APP Legal” é composta por uma fórmula para a determinação da largura da faixa de APP em propriedades rurais com área superior a quatro módulos fiscais (MF) com uso rural consolidado nas áreas ripárias. A fórmula é baseada em uma largura inicial da APP determinada pela Lei nº12.651/2012 (20 metros), que se soma aos adicionais de APP (AA), levantados com base em quatro fatores que são divididos em cinco classes cada, que podem gerar de zero a vinte metros AA (Quadro 4.1).

**Quadro 4.1** – Fatores componentes da metodologia “APP Legal”

<b>Largura inicial da APP</b>	<b>Fatores edafoclimáticos e topográficos</b>	<b>Variação do Adicional de APP</b>
<i>Metros</i>	-	<i>Metros</i>
20	Declividade (D)	0 a 20
	Textura (T)	0 a 20
	Pluviosidade (P)	0 a 20
	Uso e ocupação (U)	0 a 20

Fonte: o próprio autor.

Como se vê na fórmula os fatores avaliados para o cálculo dos possíveis adicionais de APP são: Declividade (D), Textura (T), Pluviosidade (P) e o uso e ocupação do solo (U):

**Declividade (D)** - apresentada em classes que representam intervalos de declive em percentual (%), baseadas no Manual para levantamento da aptidão agrícola das terras, elaborado por Ramalho Filho e Beck (1995). Sabe-se que a erosão é um fenômeno natural que diz respeito ao desgaste que a superfície do solo pode sofrer, porém esse efeito é acelerado quando submetida a qualquer uso, sem medidas conservacionistas. (Tabela 4.1).

**Tabela 4.1** – Níveis de declividade e respectivas classes, segundo nomenclatura elaborada por Ramalho Filho e Beek (1995).

Nível de declive	Classes
< 3%	Plano
≥ 3 < 8%	Suave ondulado
≥ 8 < 13%	Moderadamente ondulado
≥ 13 < 20%	Ondulado
≥ 20 < 45%	Forte ondulado
≥ 45 < 100%	Montanhoso
≥ 100%	Escarpado

**Fonte:** Adaptado de Ramalho Filho e Beek (1995).

As classes baseadas nos graus de limitação por suscetibilidade a erosão, estabelecidos no Manual para levantamento da aptidão agrícola das terras (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995), são:

**-Nulo** - terras não suscetíveis à erosão são geralmente em solos de relevo plano (0 a 3% de declive), e com boa permeabilidade. Quando cultivadas por 10 a 20 anos podem apresentar erosão ligeira, que pode ser controlada com práticas simples de manejo.

**-Ligeiro** - terras que apresentam pouca suscetibilidade a erosão. Geralmente possuem boas propriedades físicas, variando os declives de 3 a 8%. Quanto utilizadas com lavouras por um período de 10 a 20 anos apresentam uma perda de solo de 25% ou mais do horizonte superficial. Práticas conservacionistas simples podem prevenir esse tipo de erosão.

**-Moderado** - terras que apresentam moderada suscetibilidade a erosão, seu relevo geralmente é ondulado, com declives de 8 a 13%. Esses declives podem variar para mais quando as condições físicas forem muito favoráveis ou para menos de 8% quando muito desfavoráveis, como é o caso de solos com mudança textural abrupta de horizonte B. Se utilizadas fora dos princípios conservacionistas, essas terras podem apresentar sulcos e voçorocas, requerendo práticas de controle à erosão desde o início de sua utilização.

**-Forte** - terras que apresentam forte suscetibilidade a erosão. Ocorrem em relevo ondulado a forte ondulado, com declive normalmente entre 13 e 20%, os quais podem ser maiores ou menores, dependendo das condições físicas. Na maioria dos casos a prevenção à erosão depende de práticas intensivas de controle.

**-Muito Forte** - terras que apresentam alto grau de suscetibilidade a erosão, ocorre em relevos forte ondulado, com declives entre 20 e 45%. Na maioria dos casos o controle a erosão é dispendioso, podendo ser antieconômico para agricultura.

**-Extremamente Forte** - terras que apresentam o mais severo grau de suscetibilidade a erosão. Não são recomendáveis para o uso agrícola, sob pena de serem totalmente erodidas em poucos anos de uso. Trata-se de terras ou paisagens com declives superiores a 45%, nas quais deve ser estabelecida cobertura vegetal de preservação ambiental (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995).

De acordo com os níveis de suscetibilidade à erosão, foram estabelecidos os adicionais de APP (AA), partindo das classes de declividade que representavam terrenos planos, com declives menores que 3%, com baixa suscetibilidade a erosão, portanto, sem AA. Os locais identificados com declividades superiores a 3% e até 8% são considerados de ligeira suscetibilidade (5 metros de AA). Áreas que apresentaram declividade superior à 8% de até 13% tem adição de 10m de AA, já propriedades com declividade maior que 13% e de até 20% soma-se 15m de AA, chegando até às declividades que representam terrenos mais íngremes, representado por relevos fortemente ondulados, montanhosos ou escarpados (maiores que 20%), que, por se tratar de classes de alto risco erosivo, têm o maior AA (20 metros) (Tabela 4.2).

**Tabela 4.2 – Fator D - Declividade e os respectivos adicionais de APP**

<b>Declividade (D)</b>		
Declividade (D)	Classe	Adicional de APP
%	-	metros
< 3	Plano	0
≥ 3 < 8	Suave ondulado	5
≥ 8 < 13	Moderado ondulado	10
≥ 13 < 20	Ondulado	15
≥ 20	Forte ondulado/Montanhoso/Escarpado	20

**Fonte:** o próprio autor.

**Textura (T)** - consiste na propriedade física do solo que menos sofre alteração ao longo do tempo. Possui relevância para irrigação, pois tem influência direta na taxa de infiltração de água, na aeração, na capacidade de retenção de água, na nutrição, assim como na aderência ou força de coesão das partículas do solo, este último, importante fator conservacionista, pois evita ou mitiga possíveis erosões.

Os teores de areia, silte e argila no solo influenciam diretamente no ponto de aderência aos implementos de preparo do solo e plantio, facilitando ou dificultando o trabalho das máquinas.

As classes de textura do solo são baseadas na porção de solo em cada granulometria em sua composição, informação que foi baseada no estudo de grupamentos texturais (EMBRAPA, 2013).

Os principais grupamentos texturais para os solos brasileiros, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2013), são: muito argiloso, argiloso, média, siltoso e arenoso. Sendo apresentado como a união de uma ou mais classes de textura, registrados em notação simples, binária ou terciária, são definidos pelos seguintes grupamentos texturais:

- **Textura arenosa** - material que compreende as classes texturais areia e areia franca, ou seja, teor de areia menos teor de argila  $> 700 \text{ g kg}^{-1}$ .
- **Textura média** - material com menos de  $350 \text{ g kg}^{-1}$  de argila e mais de  $150 \text{ g kg}^{-1}$  de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca.
- **Textura Siltosa** – material com menos de  $350 \text{ g kg}^{-1}$  de argila e menos de  $150 \text{ g kg}^{-1}$  de areia.
- **Textura argilosa** -material com conteúdo de argila entre  $350 \text{ g kg}^{-1}$  e  $600 \text{ g kg}^{-1}$ .
- **Textura muito argilosa** – material com conteúdo de argila superior a  $600 \text{ g kg}^{-1}$  (EMBRAPA, 2013).

O levantamento e determinação da textura pode ser realizado por meio de material bibliográfico, como: relatórios e mapas de solo. O utilizador pode também consultar bancos de dados de laboratórios, instituições de ensino ou até mesmo empresas que já tenham realizado análises granulométricas para a região de interesse.

Pode também ser realizado validação, utilizando testes de campo por meio de metodologias para análise de textura pelo tato, como as apresentadas pelo Manual Técnico de Pedologia. A textura do solo pode ser avaliada a campo por meio do tato, pela sensação ao se esfregar uma amostra úmida de solo por entre os dedos ou na palma da mão. A fração areia da sensação de atrito, silte de sedosidade e argila de plasticidade e/ou pegajosidade (IBGE, 2007) (Figura 4.4).

**Figura 4.4** – Avaliação de textura do solo pelo tato.



Fonte: IBGE (2007 p. 140).

As classes relacionadas ao fator T inicia sem adicional de APP (AA), para o grupamento com menores riscos de erosão (solos muito argilosos), e finaliza com os grupamentos mais erodíveis (solos arenosos). Para solos identificados com de textura argilosa, adiciona-se cinco metros de AA, já os solos considerados de textura Siltosa tem adição de 10m de AA, os solos com textura considerada média por apresentarem fragilidade intermediária aos demais em termos de suscetibilidade à erosão tem 15m de AA, chegando até o máximo de 20 metros de AA, estabelecido para solos arenosos, considerados de maior suscetibilidade à desagregação, conseqüentemente, o grupamento mais erodível (Tabela 4.3).

**Tabela 4.3** – *Fator T* - Textura e os respectivos adicionais de APP.

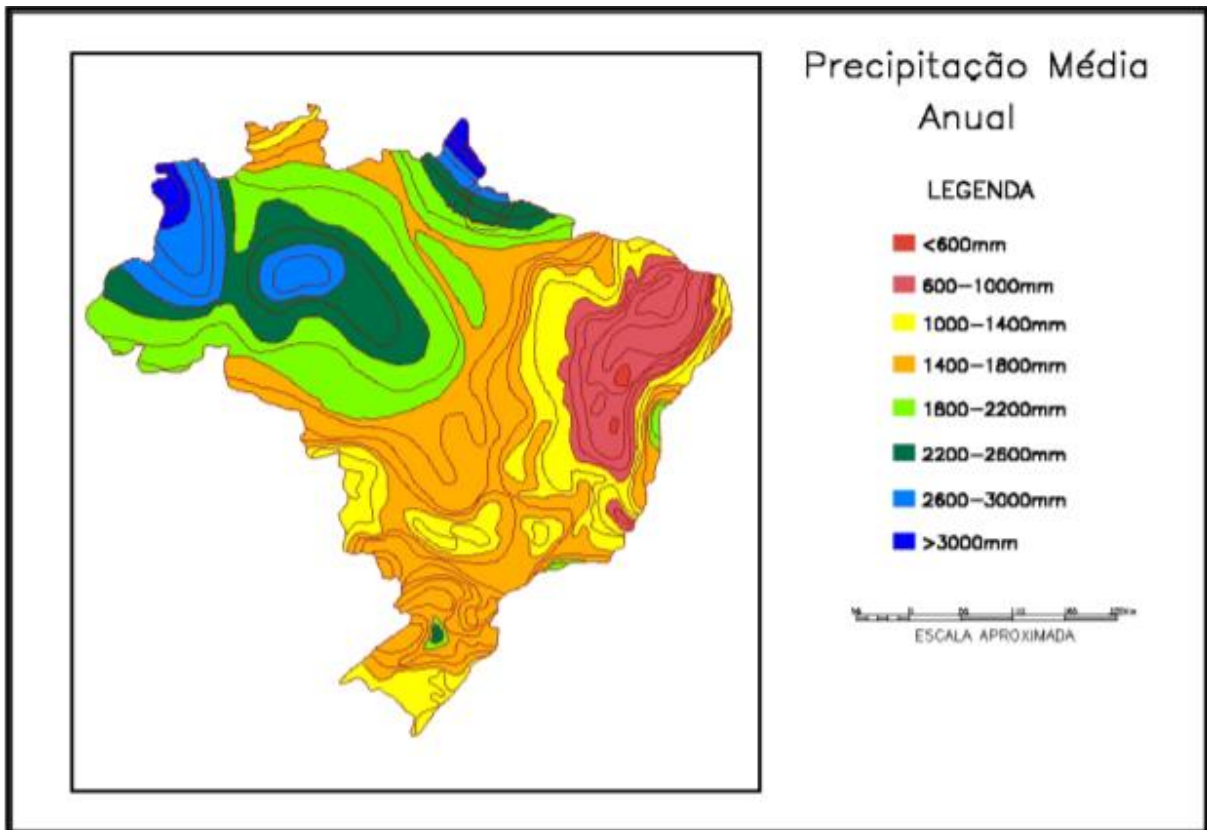
<b>Textura do solo (T)</b>		
Textura	Classes	Adicional de APP
-	g kg <sup>-1</sup>	metros
<i>Muito argilosa</i>	≥ 600 de argila	0
<i>Argilosa</i>	≥ 350 < 600 de argila	5
<i>Siltosa</i>	< 350 de argila e < 150 areia	10
<i>Média</i>	< 350 de argila ≥ 150 de areia	15
<i>Arenosa</i>	≥ 700g kg <sup>-1</sup> de areia	20

**Fonte:** Adaptado de EMBRAPA (2013).

**Pluviosidade (P)** - para esse fator deve ser considerado a intensidade pluviométrica (IP), valor que pode ser obtido por meio de estações meteorológicas que possam oferecer histórico de dados sobre a quantidade de chuvas (mm) e período de meses de precipitação (ou conjuntos de 30 dias).

As principais características físicas da chuva envolvidas nos processos erosivos, conforme Buckman e Brady (1976), são: a quantidade ou pluviosidade total, a intensidade ou intensidade pluviométrica e a distribuição sazonal. Dentre as três características é especialmente importante se conhecer a intensidade pluviométrica. (Figura 3.5).

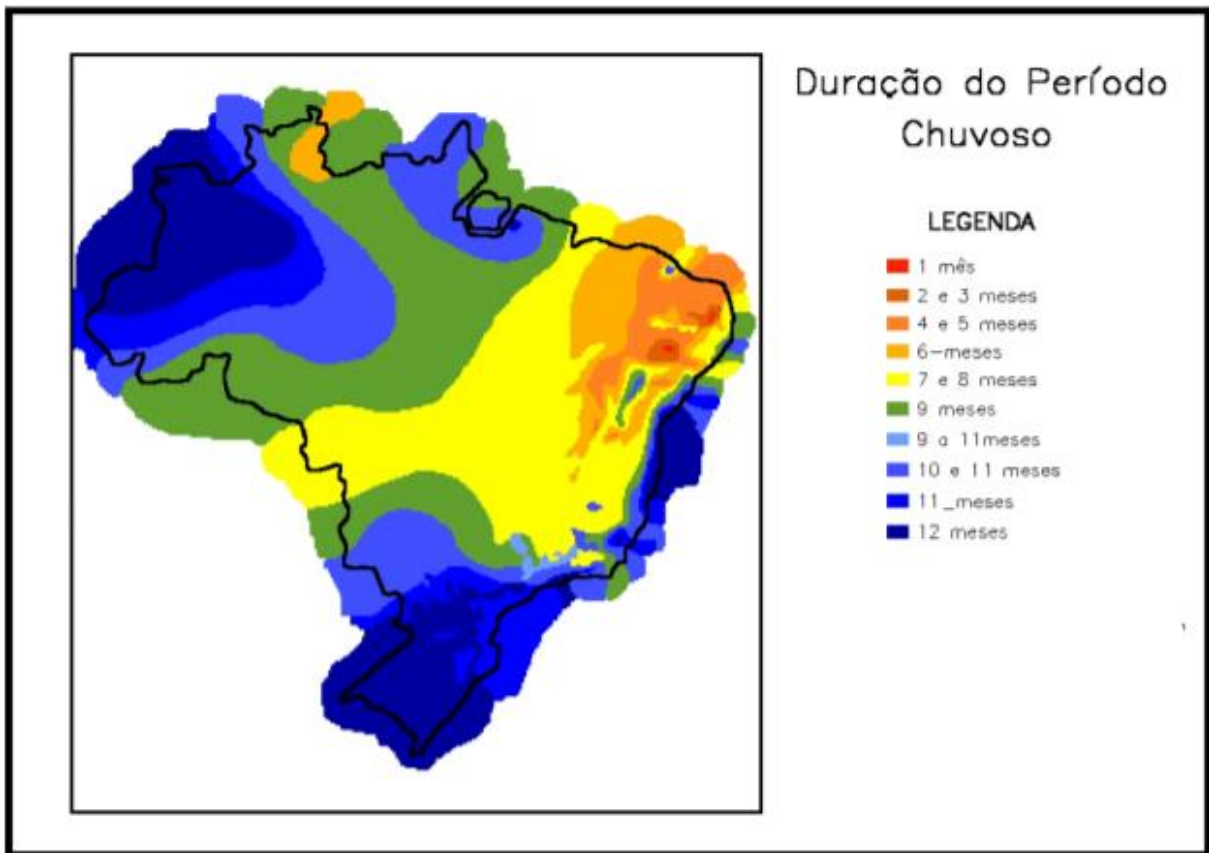
**Figura 4.5** – Precipitação média anual nas diversas regiões do Brasil



Fonte: Crepani et al. (2004).

A IP representa uma relação entre as outras duas características (quanto chove/ quando chove), resultado que determina, em última análise, a quantidade de energia potencial disponível para transformar-se em energia cinética. Saber quantos dias ou meses chove ao longo do ano é tão importante quanto saber o volume total de chuva (Figura 4.6).

**Figura 4.6** – Duração do período chuvoso nas diversas regiões do Brasil



Fonte: Crepani et al. (2004).

A IP, permite a quantificação empírica do grau de risco a que está submetida uma unidade de paisagem, pois situações de intensidade pluviométrica elevada, isto é, alta pluviosidade anual e curta duração do período chuvoso, podem ser traduzidas como situações onde a quantidade de água disponível para o escoamento superficial é muito grande, e portanto, é maior a capacidade de erosão (CREPANI; MEDEIROS; PALMEIRA, 2004).

A chuva é agente causador de denudação, a causa fundamental da denudação é a ação da chuva agindo inicialmente sobre as rochas provocando o intemperismo, e mais tarde sobre o solo removendo-o pela erosão hídrica. O impacto direto das gotas e o escoamento superficial do excesso de água da chuva (“run off” ou enxurrada) são os agentes ativos da erosão hídrica, o solo é o agente passivo (CREPANI; MEDEIROS; PALMEIRA, 2004).

Levando-se em consideração o estudo de Waltrick et al. (2015), que estudou diversos aspectos relacionados a precipitação no estado do Paraná, em sua

revisão o autor notou que locais com maior intensidade de chuvas são proporcionalmente mais suscetíveis a erosão.

A intensidade da chuva é calculada por meio da obtenção da média pluviométrica anual que é dividida pelo número de meses com precipitação. Caso o local de obtenção do dado apresente as informações em média mensal e dias de chuva, deve ser recalculado de forma que os dados fiquem em média anual e meses de chuva. Os dados devem ser processados como na fórmula 4.1 e o resultado é a Intensidade Pluviométrica expressa em  $\text{mm mês}^{-1}$ .

$$IP = \frac{Pma}{mC^*} \dots\dots\dots(4.1)$$

Em que:

IP: Intensidade Pluviométrica ( $\text{mm mês}^{-1}$ );

Pma: Pluviosidade média anual ( $\text{mm ano}^{-1}$ );

mC\*: Meses com precipitação (meses);

\*Quando a fonte de obtenção do dado apresentar a informação em dias de chuva, a soma total de dias deve ser dividida por 30 para que haja conversão desses dados para meses de chuva.

Ao analisar a variação pluviométrica em todo o território brasileiro, verificou-se que a amplitude das médias pluviométrica variou entre 300 e 3600  $\text{mm ano}^{-1}$  e a intensidade entre 75 e 2000  $\text{mm mês}^{-1}$  (CREPANI; MEDEIROS; PALMEIRA, 2004) (Tabela 4.4).

**Tabela 4.4** – Pluviosidade, duração média do período chuvoso e de intervalos possíveis de intensidade pluviométrica para as diferentes regiões do país.

<b>Região</b>	<b>Pluviosidade</b>	<b>Período Chuvos</b>	<b>Intensidade</b>
	<i>Mín-Máx</i>	<i>Mín-Máx</i>	<i>Mín-Máx</i>
-	<i>mm ano<sup>-1</sup></i>	<i>mêses</i>	<i>mm mês<sup>-1</sup></i>
<i>Norte</i>	1400 - 3400	7 a 12	116,6 - 485,7
<i>Nordeste</i>	300 - 2000	1 a 3	100,0 - 2000,0
<i>Sudeste</i>	900 - 3600	6 a 12	75,0 - 600,0
<i>Sul</i>	1200 - 2000	9 a 12	100,0 - 222,2
<i>Centro-oeste</i>	1000 - 3000	7 a 11	90,9 - 428,5

Fonte: CREPANI; MEDEIROS; PALMEIRA (2004).

De acordo com os dados pluviométricos apresentados na Tabela 3.4, o fator P foi estratificado com base na variação do IP, dividido em intervalos equidistantes, de modo que fossem criadas cinco classes com intervalos de índices pluviométricos, sendo atrelados os respectivos AA. Os valores acima de 600 mm mês<sup>-1</sup> por se tratar de números pouco comuns foram inseridos numa única classe, sendo considerada muito alta (Tabela 4.5).

**Tabela 4.5 – Fator P – Pluviosidade e seus respectivos adicionais de APP**

<b>Pluviosidade (P)</b>		
Intensidade Pluviométrica	Classes	Adicional de APP
<i>mm ano<sup>-1</sup></i>	-	<i>metros</i>
<i>&lt; 150</i>	Muito baixa	0
<i>≥150 &lt; 300</i>	Baixa	5
<i>≥ 300 &lt; 450</i>	Média	10
<i>≥ 450 &lt; 600</i>	Alta	15
<i>≥ 600</i>	Muito alta	20

**Fonte:** Compilado a partir de CREPANI; MEDEIROS; PALMEIRA (2004).

**Uso e ocupação do solo (U)** - baseado no fator C da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), que corresponde à taxa de perda de solo de uma área cultivada em determinadas condições e a perda de solo de uma área de mesmas características de referência, continuamente mantida com solo preparado e sem qualquer tipo de cobertura vegetal (WISCHMEIER; SMITH, 1978).

O cultivo do solo promove a redução das perdas por erosão em razão da proteção oferecida pela vegetação. Porém, esta redução depende das combinações de cobertura vegetal, sequência de culturas e práticas de manejo, além do estágio de crescimento e desenvolvimento da cultura durante o período das chuvas (BERTOLINI; BELLINAZZI JUNIOR, 1994).

Segundo Ramalho Filho e Beck (1995); Sparovek e Lepsch, (1998) o uso do solo, assim como as variações em termos de qual espécie vegetal o cobre, é importante, pois pode garantir a estabilidade geológica, assim como a quantidade e qualidade d'água infiltrada no perfil do mesmo. O contrário da infiltração é o escoamento superficial da água, fator que pode arrastar partículas e até mesmo dejetos resultantes da agropecuária para os meios hídricos corroborando para a contaminação das águas, solo e subterrâneo.

Há variação nos resultados de estudos que estimaram o valor do fator C, mesmo quando é estudado apenas uma cultura. Sendo assim, foram compilados valores levantados a partir de diversos estudos e metodologias que estimaram o valor do fator C da EUPS (CERRI, 1999; DONZELI et al., 1992; ITO; RAVINDRAN, 1998; MENK, 1993; NASCIMENTO, 1998; CAVALIERI et al., 2006; WEILL, 1999), compondo uma Tabela com os valores mínimos e máximos para as principais culturas utilizadas atualmente no país (Tabela 4.6).

**Tabela 4.6** – Compilado da variação dos dados do fator C (uso e ocupação do solo).

Uso e ocupação do solo	Fator C (adimensional)		
	Mínimo	Médio	Máximo
Solo exposto (nu)	1,00000	1,00000	1,00000
Culturas anuais (Soja/Milho)	0,08210	0,31605	0,55000
Cana-de-açúcar	0,05000	0,17830	0,30660
Perenes (Café/Citros)	0,04000	0,08750	0,13500
Pastagem (natural/plantada)	0,00100	0,01560	0,03000
Reflorestamento (Natural/Silvicultura)	0,00010	0,02460	0,04910
Vegetação natural (Nativa)	0,00004	0,00200	0,00400

**Fonte:** Adaptado de Compilado do Fator C levantado pelos autores: CERRI, 1999; DONZELI et al., 1992; ITO; RAVINDRAN, 1998; MENK, 1993; NASCIMENTO, 1998; CAVALIERI et al., 2006; WEILL, 1999.

Apesar da grande variação dos resultados dos estudos que avaliaram o fator C da EUPS há consenso quanto a ordem de grandeza dos usos e seu respectivo papel em termos de conservação do solo e potencial de mitigar a erosão.

Portanto o uso que melhor garante a estabilidade do solo e efetivamente filtra as substâncias geradas pela agropecuária, é a cobertura florestal, natural ou plantada, devido a esse fato a classe florestas foi considerada de maior poder conservacionista, não tendo AA. A segunda classe de uso são as pastagens (natural ou plantada), com 5 metros de AA por se tratar de um tipo de cobertura bastante homogêneo, com alta capacidade de mitigar os efeitos da chuva causadores de erosão. Culturas perenes, é a classe intermediária, com adicional de 10 metros, posteriormente culturas anuais (incluindo cana-de-açúcar), com adicional de 15 metros, pois trata-se de culturas que anualmente ou até semestralmente tem boa parte de sua estrutura vegetativa colhida e com isso expõe muito o solo aos efeitos erosivos.

Por fim, solo exposto (solo nu), sendo considerada a classe mais suscetível a erosão e de menor conservação do solo e da água, pois se trata de material particulado continuamente exposto de forma direta aos efeitos da chuva, portanto com o adicional máximo (20 metros de APP) (Tabela 4.7).

**Tabela 4.7 – Fator U– Uso e ocupação do solo e seus respectivos adicionais de APP.**

<b>Uso e ocupação do solo (U)</b>	
Uso e ocupação	Adicional de APP
-	<i>metros</i>
Floresta (Natural ou plantada)	0
Pastagens (Natural ou plantada)	5
Culturas perenes	10
Culturas anuais	15
Solo Exposto (nu)	20

**Fonte:** o próprio autor.

A última parte da aplicação da metodologia ocorre após a identificação e escolha de uma classe para cada fator avaliado, realizando a soma dos possíveis AA e a partir desse resultado adicionar os vinte metros iniciais de APP, estabelecido como o mínimo pela legislação (Lei nº 12.651/2012 e Lei nº 12.727/2012) chegando a proposta de largura da Área de preservação permanente (APP).

O resultado é uma variação entre 20 e 100 metros de largura de APP, como proposto pelas leis (12.651/2012 e 12.727/2012), porém com a parametrização bem definida estabelecida pela fórmula apresentada na metodologia “APP Legal”. A fórmula completa da metodologia (Fórmula 4.1) e a tabela com todos os fatores de AA e respectivas classes pode ser observado por meio Tabela 4.8.

$$\mathbf{APP = 20 + D + T + P + U \dots \dots \dots (4.1)}$$

Em que:

**APP** = Área de Preservação Permanente (Final) - metros

**D** = declividade (adicional de APP) - metros

**T** = textura do solo (adicional de APP) - metros

**P** = pluviosidade (adicional de APP) - metros

**U** = Uso e ocupação do solo (adicional de APP) - metros

**Tabela 4.8** – Fatores abordados pela metodologia proposta (APP LEGAL), suas classes de acordo com os agravantes e respectivos adicionais de APP (AA)

Adicional de APP		Fatores de avaliação		
AA	D	T	P	U
metros	%	-	mm mês <sup>-1</sup>	-
0	< 3	Muito argiloso	< 150	Florestal*
5	≥ 3 < 8	Argiloso	≥ 150 < 300	Pastagens**
10	≥ 8 < 13	Siltoso	≥ 300 < 450	Culturas perenes
15	≥ 13 < 20	Média	≥ 450 < 600	Culturas anuais
20	≥ 20	Arenoso	≥ 600	Solo exposto (nu)

\*Florestas naturais ou plantadas (para regeneração ou madeira), \*\*Pastagens naturais ou plantadas.

**Fonte:** o próprio autor.

Mesmo com uso de largura de APP determinada pela metodologia, que se baseia em características edafoclimáticas e topográficas e parametrizam a largura das faixas, é indicado que sempre seja utilizado práticas agropecuárias conservacionistas, que colaboram com a conservação da água e do solo, como: Sistema Plantio Direto (SPD), semeadura em nível, terraceamento, cordões verdes permanentes, consórcio de plantas de cobertura na entressafra, e quaisquer outros manejos que venham a colaborar com a sustentabilidade ambiental e preservação das APPs e estabeleçam agricultura e pecuária de baixo impacto ambiental e sustentável, dando assim a sinergia necessária que deve ocorrer entre atividades agrossilvipastoril e o meio ambiente.

#### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A menor propriedade encontrada na área de estudo é de 1,37 hectare (aproximadamente 0,08 Módulo Fiscal - MF), por ter área inferior a 1 MF, é considerado minifúndio, por se tratar de imóvel rural de área e possibilidades inferiores à propriedade familiar (REIS; REIS; ABI SAAB, 2008). A maior propriedade conta com 336,04 ha (18,67 MF), portanto considerada uma grande propriedade rural por ser composta por mais de 15MF. O número mais comum (a moda) de tamanho de propriedade encontrado na microbacia Água da Divisa foi de 11 hectares (ha). Por fim,

quando dividido o total de área da microbacia pelo número total de unidades produtivas da mesma, resulta em média de 25,17 ha (Tabela 4.9).

**Tabela 4.9** – Estatística descritiva das propriedades rurais da microbacia do estudo

Dados	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Moda
ha	1,37	336,04	25,17	13,45	11

Fonte: o próprio autor.

Segundo os dados públicos do Cadastro Ambiental Rural (CAR), o tamanho médio das propriedades rurais do estado do Paraná é de 40,45 ha, para o município de Bandeirantes, a média é de 33,04 ha (BRASIL, 2018) (Tabela 4.9).

Abordando especificamente as seis propriedades da microbacia que foram identificadas com área superior a quatro MF, há tamanhos variando entre 73,55 e 336,04 ha. Tendo uma variação em termos de números de MF entre quatro e dezoito. Apenas uma microbacia do estudo pode ser considerada grande propriedade rural por apresentar área superior à 15MF (REIS; REIS; ABI SAAB, 2008), as demais são consideradas na categoria de médias propriedades pois apresentam área total composta entre 4 e 15 MF (Tabela 4.10).

**Tabela 4.10** – Área e Módulos Fiscais das propriedades maiores que 4 MF

Propriedade	Área	Classe	Categoria
-	hectares	MF	-
P1	259,57	14,42	Média
P2	203,46	11,30	Média
P3	138,12	7,67	Média
P4	336,04	18,67	Grande
P5	73,55	4,09	Média
P6	90,68	5,04	Média

Fonte: o próprio autor.

Somadas, as áreas das propriedades que compõem a microbacia Água de Divisa têm 2.491,95 hectares, equivalente à 138,44 MF, distribuídos em 99 propriedades rurais, sendo que, destas, apenas seis propriedades rurais (cerca de 6%) possuem área com tamanho superior à quatro MFs (72 ha) e somadas representam quarenta e quatro por cento da área total do estudo (Figura 4.11).

**Tabela 4.11** – Classes de tamanho das propriedades rurais da microbacia

<b>Dados/Classe</b>	<b>&lt;1 MF</b>	<b>&gt;1 &lt;2</b>	<b>&gt;2&lt;4</b>	<b>&gt;4</b>	<b>Total</b>
<i>Número</i>	72	18	3	6	99
<i>%</i>	71%	18%	3%	6%	100%
<i>Área (ha)</i>	736,75	505,67	148,11	1101,42	2491,95
<i>%</i>	30%	20%	6%	44%	100%
<i>MFs</i>	40,93	28,09	8,23	61,19	138,44
<i>%</i>	30%	20%	6%	44%	100%

Fonte: o próprio autor

A microbacia Água da Divisa caracteriza-se por ter 94% das propriedades com tamanho inferior a 4 MF, totalizando área de 1.101,41 hectares, o que representa 56% da área total da microbacia, contra 6% de propriedades rurais com tamanho superior à quatro MF, que somadas as áreas dessas 6 propriedades possuem 1.390,53 ha, equivalente à 77,25 MF. (Tabela 4.12).

**Tabela 4.12** – Propriedades maiores ou menores que 4MFs na microbacia de estudo

<b>Tamanho</b>	<b>4 &lt;MF</b>	<b>&gt;4 MF</b>	<b>Total</b>
<i>Número</i>	93	6	99
<i>%</i>	94%	6%	100%
<i>Área (ha)</i>	1390,53	1101,42	2491,95
<i>%</i>	56%	44%	100%
<i>MFs</i>	77,25	61,19	138,44
<i>%</i>	56%	44%	100%

Fonte: o próprio autor.

Segundo Reis; Reis e Abi Saab, 2008. (2008) o município de Bandeirantes possui 91% dos imóveis rurais classificados como minifúndio e pequena propriedade, sendo estes, imóveis com menos de quatro MF.

Em estudo compilado com base no censo agropecuário do ano de 2006, no Brasil, 90% das propriedades são de pequeno porte (ALKIMIM; SPAROVEK; CLARKE, 2015), concluindo que a microbacia elencada para o estudo é representativa em termos de distribuição e tamanho de área.

A microbacia apresenta relevo majoritariamente plano, com mais de 32% de área com declividade entre 0 e 3%, seguido da classe moderado ondulado ( $\geq 8 < 13\%$ ) com cerca de 27% da área da microbacia e pouco mais de 17% apresentando relevo ondulado ( $\geq 13 < 20\%$ ). A quarta classe de topografia que mais

aparece é a suave ondulado com cerca de 13% da área, e pôr fim a classe forte ondulado ( $\geq 20 < 45\%$ ) com quase 8% de área. As classes Montanhoso e escarpado foram inexpressivas (Tabela 4.13).

**Tabela 4.13** – Declividade da microbacia e respectivos percentuais de área.

<b>Classe</b>	<b>Nome</b>	<b>área</b>	<b>%</b>
<i>%</i>	<i>-</i>	<i>ha</i>	
< 3	<i>Plano</i>	816,89	32,78%
$\geq 3 < 8$	<i>Suave ondulado</i>	332,70	13,35%
$\geq 8 < 13$	<i>Moderado ondulado</i>	686,31	27,54%
$\geq 13 < 20$	<i>Ondulado</i>	443,23	17,79%
$\geq 20 < 45$	<i>Forte ondulado</i>	198,64	7,97%
$\geq 45 < 100$	<i>Montanhoso</i>	14,14	0,57%
> 100	<i>Escarpado</i>	0,04	0,00%
-	área total das classes	2491,95	100,00%

**Fonte:** Compilado de Reis et al. (2008).

Trata-se de uma microbacia com predomínio em mais de 46% de sua área com topografias de declividade inferior à 8% o que resulta em áreas com baixa suscetibilidade a erosão. Considerando apenas declividades inferiores à 13%, soma-se 73,67% da área da microbacia, sendo relevos: plano, suave ondulado e moderado ondulado. Apenas 8,54% da microbacia apresenta relevos problemáticos do ponto de vista conservacionista, com declives superiores à 20%. As classes montanhosa e escarpada foram desprezadas, pois aparecem em quantidades ínfimas de área (<1%) (Tabela 4.14).

**Tabela 4.14** – Classes de declividade nas propriedades maiores que 4 MF

<b>Propriedade</b>	<b>Classe</b>	<b>Declividade</b>	<b>Adicional de APP</b>
<i>-</i>	<i>-</i>	<i>%</i>	<i>metros</i>
<i>P1</i>	Plano	< 3	0
<i>P2</i>	Plano	< 3	0
<i>P3</i>	Plano	< 3	0
<i>P4</i>	Plano	< 3	0
<i>P5</i>	Moderado Ondulado	$\geq 8 < 13$	10
<i>P6</i>	Forte Ondulado	$\geq 20$	20

**Fonte:** o próprio autor.

Bhering et al. (2008) apresentam mapas de solos em escala 1:600.000, segundo este levantamento a microbacia Água da Divisa apresenta apenas dois tipos de solo, sendo eles: Latossolo Vermelho Eutroférico (LVef3), presente em cerca de um quarto da área (25,77%) e o Nitossolo Vermelho Eutroférico presente no restante da microbacia (75,23%). Em ambos os casos, trata-se de solos profundos, com horizonte A moderado, fase de floresta tropical subperenifólia, comumente associado a relevos de plano a suave ondulado e com textura muito argilosa (BHERING et al., 2008, p.31) (Tabela 4.15).

**Tabela 4.15** – Solos da microbacia Água da Divisa e respectivos percentuais de área.

<b>Legenda</b>	<b>Nome</b>	<b>área (ha)</b>	<b>%</b>
<i>LVef3</i>	Latossolo Vermelho Eutroférico típico	650,84	25,77%
<i>NVef3</i>	Nitossolo Vermelho Eutroférico típico	1841,11	74,23%
Total	-	2491,95	100%

Fonte: Compilado de BHERING et al. (2008).

Segundo Lepsch (2016) alguns solos são mais suscetíveis à erosão do que outros, notadamente três características físicas se destacam para avaliação de tal fator, sendo elas: textura, profundidade e permeabilidade. Os Argissolos e os Nitossolos por exemplo, mesmo em igualdade de textura, relevo e cobertura, são mais erodíveis do que Latossolos, que são menos permeáveis devido a presença de horizonte B com maior acúmulo de argila. Além de textura, profundidade e permeabilidade, o grau de fertilidade também influi diretamente na resistência a erosão, pois solos mais férteis tem maiores chances de manter cobertura vegetal e consequentemente são mais resistentes ao carregamento de suas partículas.

A análise por meio de mapas pode ser o marco inicial para o levantamento dos potenciais solos da área de interesse, para a aplicação da metodologia, é por meio dessa pesquisa que é possível descobrir as classes texturais predominantes na região. Porém a baixa escala dos mapas de levantamentos de solo do Brasil pode ocultar importantes, principalmente no quesito textura.

Para o presente estudo foi utilizado além do levantamento bibliográfico, o conhecimento prévio de análises de amostras solo coletadas à campo e processadas no Laboratório da Universidade Estadual do Norte do Paraná,

confirmando que se tratava de solos com mais de 85% de argila em sua composição, concluindo que se enquadravam na categoria de solos com textura muito argilosa.

Por se tratar de uma microbacia com certa homogeneidade de solos, alternando entre duas classes, ambas consideradas de textura muito argilosa, nenhuma propriedade teve Adicional de APP para o presente fator analisado (Tabela 4.16).

**Tabela 4.16** – Classes de solo das propriedades maiores que 4 MF

Propriedade	Classe	Textura	Adicional de APP
-	-	%	metros
<i>P1</i>	LVEf3	Muito argilosa	0
<i>P2</i>	LVEf3	Muito argilosa	0
<i>P3</i>	NVEf3	Muito argilosa	0
<i>P4</i>	NVEf3	Muito argilosa	0
<i>P5</i>	LVEf3	Muito argilosa	0
<i>P6</i>	NVEf3	Muito argilosa	0

LVEf3 – Latossolo Vermelho Eutroférico; NVEf3 – Nitossolo Vermelho Eutroférico.

**Fonte:** o próprio autor.

Quanto ao fator pluviosidade (P) trata-se da informação mais abrangente, não havendo tanta variação local, trabalhando com uma informação macro, já que as informações necessárias para o levantamento de tal fator devem vir de uma estação meteorológica local, que muitas vezes se trata de um dado municipal, regional ou até mesmo estadual (CAVIGLIONE, 2000).

A chuva é o principal agente causador de erosão no Brasil, com ampla variação espaço-temporal. Chuvas abundantes e bem distribuídas ao longo do ano podem ser menos erosivas do que chuvas acumuladas em um curto espaço de tempo. Porém, com a dificuldade atual de se estabelecer padrões de precipitação e com as mudanças climáticas que trazem contigo alterações pluviométricas nunca registradas, impossibilitando que pesquisadores da área desenvolvam novas fórmulas e algoritmos que possam representar de maneira eficiente a erosividade das chuvas (SANTOS;GRIEBELER, DE OLIVEIRA, 2010).

Segundo Buckman e Brady (1976), são características físicas da chuva envolvidas nos processos erosivos: a quantidade ou pluviosidade total, a intensidade ou intensidade pluviométrica e a distribuição sazonal. Dentre as três características é especialmente importante se conhecer a intensidade pluviométrica.

Os dados pluviométricos do município de Bandeirante obtidos por meio do site do IAPAR, da estação meteorológica da Universidade estadual do norte do Paraná (UENP) apresentaram pluviosidade média anual de 1447 mm ano<sup>-1</sup> e 109 dias de período médio chuvoso. Quando aplicados a fórmula para cálculo da IP gerou o valor de 397,52 mm mês<sup>-1</sup>.

De maneira geral a IP determinada para todo o município de Bandeirantes e conseqüentemente o dado utilizado para avaliação do fator P das propriedades da microbacia Água da Divisa é considerado de classe média (Tabela 4.17).

**Tabela 4.17** – Classes de pluviosidade das propriedades maiores que 4 MF

<b>Propriedade</b>	<b>Classe</b>	<b>Textura</b>	<b>Adicional de APP</b>
-	-	<i>mm mês<sup>-1</sup>*</i>	<i>metros</i>
<i>P1</i>	Média	≥ 300 < 450	10
<i>P2</i>	Média	≥ 300 < 450	10
<i>P3</i>	Média	≥ 300 < 450	10
<i>P4</i>	Média	≥ 300 < 450	10
<i>P5</i>	Média	≥ 300 < 450	10
<i>P6</i>	Média	≥ 300 < 450	10

\*Média pluviométrica provida da estação meteorológica da Universidade Estadual do Norte do Paraná (antiga Fundação de Faculdade Luiz Meneghel – FFALM), Código: 02350018 / LAT: 23.06 S / LONG: 50.21 W / ALT: 440m, referente ao período de 1976 à 2017, na qual se obteve o valor médio de 1447 mm ano<sup>-1</sup>, período de chuva de 109 dias (3,64 meses).

**Fonte:** o próprio autor.

Quanto ao uso e ocupação do solo (U) foi identificado na microbacia Água da Divisa as classes de uso: culturas perenes (café), culturas anuais (sendo soja, milho, cana-de-açúcar) e pastagens. Nas propriedades maiores que 4 MF apenas os dois últimos usos foram identificados na área de análise para a metodologia (faixa ripária de 100 metros a partir da borda do leito) (Tabela 4.18).

**Tabela 4.18** – Classes de uso e ocupação do solo nas propriedades maiores que 4MF

Propriedade	Classe	Cultura	Adicional de APP
-	-	%	metros
P1	Cultura anual	Cana-de-açúcar	15
P2	Cultural anual	Cana-de-açúcar	15
P3	Cultura anual	Cana-de-açúcar	15
P4	Pastagem	Natural	10
P5	Cultura anual	Soja	15
P6	Pastagem	Plantada	10

LVEf3 – Latossolo Vermelho Eutroférico; NVEf3 – Nitossolo Vermelho Eutroférico.

Fonte: o próprio autor.

Para as propriedades P1, P2 e P3 segundo a metodologia APP Legal, ficou estabelecido faixa de APP de 45 metros de APP, pois as propriedades apresentaram relevo plano nas áreas ripárias inferior a 3%, portanto sem adicional de APP, com relação ao uso do solo (U) foi a cultura da cana (culturas anuais), portanto com 15 metros de AA (Tabela 4.19).

**Tabela 4.19** – Resultado das larguras estabelecidas de acordo com a met. APP Legal.

Prop.	D	AA	T	AA	P	AA	U	AA	Sm	inicial	Total*
-	%	m	-	m	mm mês <sup>-1</sup>	m	-	m	m	m	m
P1	< 3	0	MA	0	≥ 300 < 450	10	CA	15	25	+	20 = 45
P2	< 3	0	MA	0	≥ 300 < 450	10	CA	15	25	+	20 = 45
P3	< 3	0	MA	0	≥ 300 < 450	10	CA	15	25	+	20 = 45
P4	< 3	0	MA	0	≥ 300 < 450	10	P	5	15	+	20 = 35
P5	≥ 8 < 13	10	MA	0	≥ 300 < 450	10	CA	15	35	+	20 = 55
P6	≥ 20	20	MA	0	≥ 300 < 450	10	P	10	40	+	20 = 60

MA= muito argilosa; CA.=culturas anuais; P = Pastagem; Sm = Resultado da soma das AA Inicial = iniciais de APP (mínimo determinado pela Lei nº12.651/2012) Total\* = Total somado os possíveis AA com os 20m iniciais de APP.

Fonte: o próprio autor.

A propriedades quatro (P4) apresentou o melhor cenário dentre as demais, com proposta de 35 metros de APP. Se mostrou igual P1, P2 e P3 em termos de relevo, com declive plano (<3%), textura de solo muito argilosa, intensidade pluviométrica entre 300 e 450 mm mês<sup>-1</sup>. Diferenciando-se apenas no uso do solo, classificado como pastagem. Pastagens plantadas ou naturais, são consideradas o

segundo melhor de uso, o melhor após florestas, do ponto de vista conservacionista (BERTOLINI; BELLINAZZI JUNIOR, 1994).

A propriedade cinco (P5) diferiu-se de P1, P2 e P3 em relação ao fator D, apresentando declividade entre 8 e 13%, declive considerado moderado ondulado, fator que é considerado médio pela metodologia em termos de riscos erosivos, ficando então estabelecida proposta de 55 metros de APP ripária.

Por fim, o resultado com base nas características edafoclimática e topográficas de P6 resultou em recomendação de 60 metros de faixa de APP, pois apresentou relevo Forte ondulado com declives superiores à 20%, considerada como classe de alto potencial erosivo, portanto, com o maior AA e conseqüentemente maior proposta de APP ripária segundo a metodologia.

#### 4.4 CONCLUSÃO

Com a metodologia “APP legal” foi possível estabelecer 4 propostas de largura de Área de Preservação Permanente (APP) ripária, para as seis propriedades rurais com área superior a 4 MF analisadas no presente estudo, sendo respectivamente P1 – 45, P2 – 45, P3 – 45, P4 – 35, P5 – 55 e P6 – 60 metros. O tamanho das APPs propostas foi baseado nas variações de classe encontradas por meio da avaliação rápida dos fatores edafoclimáticos e topográficos. Utilizando a metodologia foi possível se estabelecer parâmetros precisos, colaborando com a eliminação da subjetividade presente na atual legislação (Lei nº12.65/2012).

## 5 CONCLUSÕES GERAIS

A presente tese apresenta proposta metodológica, por meio de fórmula baseada em fatores edafoclimáticos e topográficos, se mostrando eficiente em termos de parametrização da determinação da largura de APPs ripárias em propriedades maiores que 4 MF que apresentam uso rural consolidado em área ribeirinha antes destinada a preservação.

Testa a metodologia apresentada por meio da aplicação simulada da fórmula em uma microbacia amostral, estabelecendo 4 diferentes larguras de propostas de APP para as 6 propriedades avaliadas no estudo, conforme as variações das classes de fatores.

Com a apresentação da metodologia e o teste da aplicabilidade da fórmula, a tese apresenta resultados satisfatórios, estabelecendo métricas que parametrizam as propostas de largura de APP ripária em propriedades com tamanho superior a 4 MF conforme variabilidade dos fatores edafoclimáticos e topográficos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKIMIM, A.; SPAROVEK, G.; CLARKE, K. C. Converting Brazil's pastures to cropland: An alternative way to meet sugarcane demand and to spare forestlands. **Applied Geography**, v. 62, p. 75-84, 2015.

ANDRADE, D. C., ROMEIRO, R. A. A utilização dos instrumentos de política ambiental para a preservação do meio ambiente: o caso dos Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos (PSE). **Revista Economia Ensaios**. v. 24, n. 1, 2010.

ANDRADE, D. C. de.; REIS, T. E. da S.; REIS, L. C. Conflito de uso do solo em área de recarga do Aquífero Guarani na bacia do médio rio das cinzas. **Revista Geociências**, Rio Claro, v. 34, n. 1, p. 71-73, set. 2017. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/8491>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

ARAÚJO, S. M. V. G. Origem e principais elementos da legislação de proteção à biodiversidade no Brasil. In: GANEM, R. S. (Org.). **Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2011. 437 p.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 5, n. 6, p. 125-34, 1999.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA CPAC, 1993. 274.

BALDECERRA, V. F. **Geoespacialização e estoque de carbono das áreas de preservação permanentes frente às alterações do código florestal**. 53 p. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2016.

BARROS, Z. X. D.; TORNERO, M. T.; STIPP, N. A.; CARDOSO, L. G.; POLLO, R. A. Estudo da adequação do uso do solo, no município de Maringá-PR, utilizando-se de geoprocessamento. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 2, p. 436-444, maio/agosto 2004.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JÚNIOR, R. **Equação de perdas de solo**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1975. 25p. Boletim técnico, v. 21.

BERTOLINI, D.; BELLINAZZI JUNIOR, R. **Levantamento do meio físico para determinação da capacidade de uso das terras**. CATI, 1994.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 8. ed. São Paulo: Ícone, 2010. 360 p.

Buckman, H.O.; Brady, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 4.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1976. 595p

BOUYOUCOS, G. J. The hydrometer as a new method for the mechanical analysis of soils. **Soil Science**, v. 23, n. 5, p. 343-354, 1927. ISSN 0038-075X.

BRANCALION, P. H. S., et al., 2016. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. *Nat. Conserv. (Impr.)*, 14, (Supplement) 1–15.

BRASIL. Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Dispõe sobre as florestas existentes no território nacional. **Diário Oficial da União, Brasília**, 9 de fevereiro de 1934.

\_\_\_\_\_. Lei nº 4504/1964, de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o estatuto da terra, e da outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Supremo, p. 49. 30 de novembro. 1964.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 62.504 de 8 de abril de 1968. Regulamenta o artigo 65 da Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964, o artigo 11, e parágrafos do Decreto-Lei nº 57, de 18 de novembro de 1966, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 9 de abril de 1968.

\_\_\_\_\_. Lei nº 4771 de 15 de setembro de 1965, Código Florestal, de 15 de setembro de 1965. Brasília: **Senado Federal**, 1965.

\_\_\_\_\_. **Constituição** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: **Senado Federal**: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília Senado Federal. 2000.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.651/2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 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 nos 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. Publicada no DOU de 28 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**: Brasília Senado Federal. 2012. (a)

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.727/2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 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; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2o do art. 4o da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Publicada no DOU de 18 de outubro de 2012. **Diário Oficial da União**: Brasília Senado Federal. 2012. (b).

\_\_\_\_\_. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Serviço Florestal Brasileiro. Cadastro Ambiental Rural. 2018. Disponível em: <<http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

BERTOLINI, D.; BELLINAZZI JUNIOR, R. **Levantamento do meio físico para determinação da capacidade de uso das terras**. CATI, 1994.

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. do.; BOGNOLA, I. A.; CÚRCIO, G. R.; MANZATTO, C. V.; CARVALHO JUNIOR, W. de.; CHAGAS, C. S.; DIAMANTE, M. L.; SOUZA, J. S. de. **Mapa de Solos do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos: Instituto Agronomico do Paraná, 2008. 74p.

CABRAL, J. B. P. Discussão crítica sobre sensoriamento remoto, geoprocessamento e perdas de solo aplicado ao estudo do assoreamento de reservatórios brasileiros. **Raega**, n. 3, p. 107-116, 2005.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. D. Princípios básicos em geoprocessamento. **ASSAD, E.D; SANO, E.E. Sistemas de Informações Geográficas aplicações na agricultura**, v. 2, 1998.

CAVIGLIONE, J. H., KIIHL, L. R. B., CARAMORI, P. H., OLIVEIRA, D., GALDINO, J., BORROZINO, E., PUGSLEY, L. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>.

CERRI, C. E. P. Mapeamento das áreas de risco de erosão dos solos da Bacia do Rio Piracicaba, utilizando geoprocessamento. **Piracicaba: ESALQ–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”–USP**, 1999.

CHAGAS, C. D. S., BHERING, S., da SILVA, E. F., COELHO, M., do AMARAL, F. C. S., ZARONI, M., AGLIO, M. **Zoneamento agroecológico do Município de Dois Irmãos do Buriti-MS**. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2012. 60 ISBN ISSN 1678-0892.

CHAVES, A. A. A.; LACERDA, M. P. C.; KATO, E.; GOEDERT, W. J.; GEROSA RAMOS, M. L. G. Uso das terras da parte norte da Bacia do Rio Descoberto, Distrito Federal, Brasil. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 711-718, 2010.

CORREA, E. A.; SANTOS PINTO, S. A. F. Avaliação do potencial natural de erosão da bacia hidrográfica do Córrego Monjolo Grande (Ipeúna - SP). **Revista Geonorte**, v. 2, n. 4, p. 1356-1367, 2012.

CREPANI, E., MEDEIROS, J. D., HERNANDEZ FILHO, P., FLORENZANO, T. G., DUARTE, V., BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: Inpe, 2001.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. D.; PALMEIRA, A. F. Intensidade pluviométrica: uma maneira de tratar dados pluviométricos para análise da vulnerabilidade de paisagens à perda de solo. **São José dos Campos: INPE**, 2004.

CUNHA, S. B.; GUERRA, J. T. **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Bertrand Brasil, 2003. ISBN 8528609928.

DAINESE, R. C. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao estudo temporal do uso da terra e na comparação entre classificação não supervisionada e análise visual. 2001.

DAILY, G. C. Introduction: what are ecosystem services. In: Daily, G.C. (Ed.), **Nature's Services**. Island Press, Washington, DC, p. 1–10, 1997.

DAILY, H. E.; FARLEY, J.: principles and applications. **Ecological Economics** Washington, DC: Island Press, 2004.

DALE, V. H.; POLASKY, S. Measures of the effects of agricultural practices on ecosystem services. **Ecological Economics**. v. 64, p. 286–296, 2007.

DEFRA. **The Natural Choice: securing the value of nature**. In: **Department for Environment, Food and Rural Affairs**. Nobel House, 17 Smith Square, London. The Stationery Office, 2011.

DE GROOT, R. Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics. **Environmentalist**, p. 105–109, 1987.

DELARME LINDA, E. A.; WADT, P. G. S.; ANJOS, L. H.C.DOS.; MASUTTI, C. S.M.; SILVA, Ê.F.; BARROS E SILVA, M.; DO COUTO, W. H. Avaliação da aptidão agrícola de solos do Acre por diferentes especialistas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 1841-1853, 2011. ISSN 0100-0683.

DEVELEY, P. F.; PONGILUPPI, T. Impactos potenciais na avifauna decorrentes das alterações propostas para o Código Florestal Brasileiro/Potential impacts of the changes proposed in the Brazilian Forest Code on birds. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 43, 2010.

DONZELI, P. L.; VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S. A. F.; NOGUEIRA, F. P.; ROTTA, C. L.; LOMBARDI NETO, F. Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas ao diagnóstico básico para planejamento e monitoramento de microbacias hidrográficas. **Documentos IAC**, v. 29, p. 91-119, 1992.

EASTMAN, J. **Idrisi for Windows: Manual do usuário**. 1998.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2013.

EFTEC – Economic for the Environment Consultancy. Economic, social and ecological value of ecosystem services: a literature review. Final report prepared for The Department for Environment, **Food and Rural Affairs (Defra)**, 2005.

FERREIRA, Luisa Lima Borges; MAGALHÃES JR, Antônio Pereira. Inventário das áreas úmidas urbanas em parques municipais de Belo Horizonte-MG/Urban wetland

inventory in Belo Horizonte's municipal parks. **Caderno de Geografia**, v. 28, n. 54, p. 702-730, 2018.

FLANAGAN, D.; NEARING, M. **USDA-Water Erosion Prediction Project: Hillslope profile and watershed model documentation**. NSERL report. 1995

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. Oficina de textos, 2002. ISBN 858623821X.

GALETTI, M. et al. Mudanças no Código Florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, 2010.

GANEM, R. S.; ARAÚJO, S. M. V. G. Revisão do Código Florestal: análise dos projetos de lei em tramitação no Congresso Nacional. In: SILVA, S. T. da; CUREAU, S.; LEUZINGER, M. D. (Org.). **Código Florestal: desafios e perspectivas**. 1. ed. São Paulo: Editora Fiuza, 2010. p. 376-401.

GASS, S. L. B.; BOHN, S. L. **Zoneamento ambiental como subsídio para a definição das áreas de preservação permanente**. 2015.

GOMES, J. B.V.; LUMBRERAS, J. F.; DE OLIVEIRA, R. P.; BHERING, S.B.; ZARONI, M. J.; DE ANDRADE, A.G.; CALDERANO, S. B. Aptidão para reflorestamento das sub-bacias dos canais do Mangue e do Cunha, município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3, p. 459-466, 2005. ISSN 0100-0683.

GOMEZ-BAGGETHUN, E. et al. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. **Ecological Economics**. v. 69, p. 1209–1218, 2010.

GÖTSCH, E. **Homem e Natureza: Cultura na Agricultura**. Recife: Centro Sabiá, 1997.

HELLIWELL, D. R. Valuation of wildlife resources. **Regional Studies**. v. 3, p. 41–49, 1969.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2006**: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: [http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/49/agro\\_2006\\_resultados\\_pr\\_eliminares.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/49/agro_2006_resultados_pr_eliminares.pdf)

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Manual técnico de pedologia**. 2007.

ITO, K.; RAVINDRAN, S. A reduced-order method for simulation and control of fluid flows. **Journal of computational physics**, v. 143, n. 2, p. 403-425, 1998.

LEMONS, C. F. D. **Evolução Da Erosão Na Bacia Hidrográfica Do Alto Curso Do Rio Pitangui-Pr. 2010. 226f.** 2010. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba-Pr

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI Jr, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4 ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1983. 175 p.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. Oficina de textos, 2016.

LIMA, W. de P.; FERRAZ, S. F. de B.; FERRAZ, K. M. P. M. **Interações bióticas e abióticas na paisagem: uma perspectiva eco-hidrológica**. In: CALIJURI, M. do C.; CUNHA, D. G. F. (Ed.) Engenharia ambiental: **conceitos, tecnologia e gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p.215-44.

LOPES, A. M. D.; TEIXEIRA, D. M. Análise da decisão cautelar sobre a utilização de áreas de preservação permanente (adi nº 3.540/2005) à luz da teoria argumentativa de maccormick. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 27, p. 135-155, 2016.

FREITAS, A. V. L. Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro sobre as borboletas. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, 2010.

MARQUES, J. Q. A. **Manual brasileiro para levantamentos conservacionistas**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Escritório Técnico Brasil-EUA, 1958. 135 p.

MARQUES, JQ de A. et al. **Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra**. Escritório Técnico de Agricultura Brasil-Estados Unidos, 1971.

MARQUES, O. A. V., NOGUEIRA, C., MARTINS, M.; SAWAYA, R. J. Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro sobre os répteis brasileiros/Potential impacts of changes in the Brazilian Forest Code on reptiles. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 39, 2010.

MARTINELLI, L. A.; JOLY, C. A.; NOBRE, C. A.; SPAROVEK, G. A falsa dicotomia entre a preservação da vegetação natural e a produção agropecuária. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 8, 2010.

MENK, P. C. Avaliação econômica do controle da erosão na microbacia do Ribeirão Iperó. **Araçoiaba da Serra, Estado de São Paulo. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz**, 1993.

MERRITT, W. S.; LETCHER, R. A.; JAKEMAN, A. J. A review of erosion and sediment transport models. **Environmental Modelling & Software**, v. 18, n. 8, p. 761-799, 2003. ISSN 1364-8152.

METZGER, J.P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**, v.8, n.1, p.1-8, 2010.

MIGNONE, C. F. **O módulo Rural**. Brasília: Fundação Petrônio Portela, 1982. 112p.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA), **Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis**. Island Press, Washington, DC. 2005.

MONTEIRO, Josita Soares. **Indicadores de fragilidade à erosão no apoio à definição de áreas de preservação permanente em rios**. 2014. 171 f. Tese (Doutorado em agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. UFV, 2005. ISBN 857269224X

MURADIAN, R. et al. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, Amsterdam, n. 69, p. 1202-1208, 2010.

NAIME, U. J.; DA MOTTA, P. E. F.; CARVALHO FILHO, A. D.; BARUQUI, A. M. Avaliação da aptidão agrícola das terras da Zona Campos das Vertentes-MG. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 58 p. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 91, 2006.

NASCIMENTO, M. D. **Bacia do Rio João Leite: influência das condições ambientais naturais e antrópicas na perda de terra por erosão laminar**. 1998. 304 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - UNESP, Rio Claro-SP, 1998.

NEARING, M. A. et al. Hydraulics and erosion in eroding rills. **Water Resources Research**, v. 33, n. 4, p. 865-876, 1997.

NOGUCHI, M. T. G. **Um sistema baseado em regras Fuzzy para classificação supervisionada de imagens multiespectrais de alta resolução**. 2004. 150f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Setor de Ciências Exatas. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. Blucher, 2011. ISBN 8521200579.

NUNES, A. N.; DE ALMEIDA, A. C.; COELHO, C. O. Impacts of land use and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal. **Applied Geography**, v. 31, n. 2, p. 687-699, 2011. ISSN 0143-6228. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014362281000175X>>.

ODUM, H.T. **Environment, Power and Society**. Wiley, New York, 1971.

OLIVEIRA, VA de. **Manual Técnico de pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

OLIVEIRA, D. L. Solos uma questão de sustentabilidade. **Gestão e Tecnologia**, v. 2, n. 3, p. 30-42, 2010.

OLIVEIRA, P. T. S. de; RODRIGUES, D. B. B.; ALVES SOBRINHO, T.; PANACHUKI, E. Estimativa do fator topográfico da USLE a partir de três algoritmos. **Ambi-Água**, v.5, n.2, p.217-225, 2010.

PARRA, R. A.; CENCI, E. M. A separação entre poderes, as decisões judiciais e a lei do código florestal: intercessões de um debate necessário em uma sociedade democrática. **Revista de Direito Agrário e Agroambiental**, v. 3, n. 2, p. 99-115, 2017.

PARDINI, R.; DE ARRUDA BUENO, A.; GARDNER, T. A.; PRADO, P. I.; METZGER, J. P. Beyond the fragmentation threshold hypothesis: regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes. **PloS one**, v. 5, n. 10, p. e13666, 2010.

PEDRON, F.de A.; POELKING, E. L.; DALMOLIN, R. S.D.; DE AZEVEDO, A. C.; KLAMT, E. A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine–RS. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, 2006.

PEREIRA, L. **Avaliação da aptidão agrícola das terras e sensibilidade ambiental: Proposta metodológica**. 2002. 135 f. (Tese de Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PEREIRA, J. R. et al. **Zoneamento da cana-de-açúcar e do eucalipto: condicionantes socioeconômicos e índice de monocultura**. Lavras: UFLA: 2008. 61-71.

PEREIRA, L. C.; LOMBARDI NETO, F. Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica. **Embrapa Meio Ambiente. Documentos**, 2004.

POWER, A. G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**. Agosto, 2010.

QUAN, B. et al. Land suitability assessment and land use change in Fujian Province, China. **Pedosphere**, v. 17, n. 4, p. 493-504, 2007. ISSN 1002-0160.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. EMBRAPA, CNPS, 1995. ISBN 858586401X.

REIS, L. C.; REIS, T. E. S.; ABI SAAB, O. J. G. Caracterização da estrutura fundiária do município de bandeirantes - PR, utilizando geoprocessamento. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.345-354, abr./jun. 2008.

REIS, LUIZ CARLOS.; REIS, T. E. DA S.; SAAB, O. J. G. A.; REIS, A. S.; BATISTA, B. G. Código Florestal Brasileiro: Impactos econômicos e sociais no município de Bandeirantes-PR. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 4, 2016.

RENARD, K. G. **Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)**. United States Department of Agriculture Washington, DC, 1997. 384.

RESENDE, M. et al. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 6. Lavras: UFLA, 2014. 378.

ROBINSON, N.D.A. et al. Natural capital and ecosystem services, developing an appropriate soils framework as a basis for valuation. **Soil Biology & Biochemistry**. v. 57, p. 1023-1033, 2013.

ROMÃO, A. C. B. C.; SOUZA, M. L. D. Análise do uso e ocupação do solo na bacia

do Ribeirão São Tomé, noroeste do Paraná (1985 e 2008). **Ra'ega**, Curitiba, n. 21, p. 337-364, 2011.

SALOMÃO, F. D. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, p. 229-267, 1999.

SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N. P.; DE OLIVEIRA, L. F. C. Intense rainfalls related to water erosion. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 115-123, 2010.

SCOLFORO, J.; OLIVEIRA, A. D.; CARVALHO, L. D. **Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais: componente socioeconômico**. Lavras: UFLA, 2008.

SILVA, K. D. S.; OLIVEIRA, D. D. Mapeamento de anomalias de drenagem: indícios de controle litológico e estrutural na bacia hidrográfica do Cotia, em Cotia–SP, Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 1, n. 2, p. 76-83, 2009. ISSN 2176-6142.

SILVA, E. B. D.; NOGUEIRA, R. E.; UBERTI, A. A. A. Avaliação da aptidão agrícola das terras como subsídio ao assentamento de famílias rurais, utilizando sistemas de informações geográficas. **Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa**, v. 34, n. 6, 2010.

SILVA, J. A. A. da. (coord) **O Código Florestal e a Ciência: Contribuições para o Diálogo**. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Academia Brasileira de Ciências; coordenação, organização Grupo de Trabalho do Código Florestal. 2. ed. rev. – São Paulo: SBPC, 2012.

SILVA, A. P. M. DA.; MARQUES, H. R.; SAMBUICHI, R. H. R. **Mudanças no código florestal brasileiro: desafios para a implementação da nova lei**/Organizadores: Ana Paula Moreira da Silva, Henrique Rodrigues Marques, Regina Helena Rosa Sambuichi - Rio de Janeiro: Ipea, 2016. 359. p.

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, K.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest Code, **Science mag**, v. 344 p. 363–364, abril, 2014.

SPAROVEK, G.; LEPSCH, I. F. **Diagnóstico de uso e aptidão das terras agrícolas de Piracicaba**. ESALQ-Depto Ciencias do Solo, 1998.

SPAROVEK, G.; BERNDES, KLUG. I. L. F.; BARRETTO, A. G. O. P. Brazilian agriculture and environmental legislation: status and future challenges. **Environmental Science & Technology**, v. 44, n. 16, p. 6046-6053, 2010.

Disponível em: <http://doi.org/10.1021/es1007824>

SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling" CAMARA G, SOUZA R. C. M.; FREITAS, U. M, GARRIDO, J. **Computers & Graphics**, São José dos Campos, v. 20, n. 3, p. 395-403, May-Jun 1996.

SOUZA, G. D.; MATRICARDI, E. A. T. Análise comparativa dos modelos de elevação SRTM, ASTER GDEM e TOPODATA para estimar o fator topográfico (LS) da USLE. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil**, v. 13, 2013.

SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL (STF). **Concluído julgamento de ações sobre novo Código Florestal**. Brasília. Disponível em:

<http://www.stf.jus.br/portal/cms/verNoticiaDetalhe.asp?idConteudo=370937>

Quarta-feira, 28 de fevereiro de 2018. Acesso em Quarta-feira, 28 de fevereiro de 2018.

SWINTON, S. M. et al. Ecosystem services from agriculture: looking beyond the usual suspects. **American Journal of Agricultural Economics**. v. 88, p. 1160–1166, 2006.

TERESA, F. B.; CASATTI, L. Importância da vegetação ripária em região intensamente desmatada no sudeste do Brasil: um estudo com peixes de riacho. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, p. 444-453, 2010.

TOLEDO, L. F. et al. A revisão do Código Florestal Brasileiro: impactos negativos para a conservação dos anfíbios/The review of the Brazilian Forest Act: harmful effects on amphibian conservation. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 35, 2010.

TÔSTO, S. G. **Sustentabilidade e valoração de serviços ecossistêmicos no espaço rural do município de Araras, SP**. 217 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Economia, UNICAMP, Campinas, 2010.

WALTRICK, P. C. et al. Estimativa da erosividade de chuvas no estado do Paraná pelo método da pluviometria: atualização com dados de 1986 a 2008. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 1, 2015.

WEILL, M. D. A. M. **Estimativa da erosão do solo e avaliação do seu impacto na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP) através do índice de tempo de vida**. 1999. ES de Agricultura Luiz de Queiroz – (Doutorado em agronomia) - Piracicaba, 100p, 1999.

WESTMAN, W.E. How much are nature's services worth? **Science** v. 197, p. 960–964, 1977.

WISCHMEIER, W. H.: SMITH, D. D. **Predicting Rainfall Erosion Losses - A Guide to Conservation Planning**. Washington, 58p. 1978.

WUNDER, S. et al. **Pagamentos por Serviços Ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal**. Brasília: MMA, 2008.

ZHANG, W. et al. Ecosystem services and dis-services to agriculture. **Ecological Economics**. v. 64, p. 253–260, 2007.