

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE UM  
RIO E ANÁLISE DO CÓDIGO FLORESTAL  
BRASILEIRO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**KARLA CAMPAGNOLO**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2013**

**ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE UM RIO E ANÁLISE  
DO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO**

**Karla Campagnolo**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil**

**Orientador: Prof. Dr. Geraldo Lopes da Silveira**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2013**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Campagnolo, Karla  
Área de Preservação Permanente de um rio e análise do  
Código Florestal Brasileiro / Karla Campagnolo.-2013.  
97 p. ; 30cm

Orientador: Geraldo Lopes da Silveira  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Civil, RS, 2013  
1. Leito de rio 2. APP 3. Código Florestal I. Lopes da  
Silveira, Geraldo II. Título.

---

© 2013

Todos os direitos autorais reservados a Karla Campagnolo. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.  
E-mail: [karla@topographia.com.br](mailto:karla@topographia.com.br)

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação  
de Mestrado**

**Área de Preservação Permanente de um rio e análise do Código  
Florestal Brasileiro**

elaborada por  
**Karla Campagnolo**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Civil**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Geraldo Lopes da Silveira, Dr. (UFSM-SANTA MARIA)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Luís Fernando Carvalho Perelló, Dr. (FEPAM)**

---

**Suzane Bevilacqua Marcuzzo, Dr. (UFSM- UDESSM)**

Santa Maria, 29 de novembro de 2013.

“Para quem se olha no espelho de um rio  
Na volta pras casas, num final de lida  
Enxerga sua alma com olhos de espera  
Além de uma imagem no rio refletida

A água não leva, por mais que ela queira  
Os sonhos tão simples que espelham-se ali  
Mas leva pra sempre o que fora moço  
Nas tantas enchentes que faz por aqui.”

(Gujo Teixeira)

## **RESUMO**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil  
Universidade Federal de Santa Maria

### **ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE UM RIO E ANÁLISE DO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO**

**AUTORA: KARLA CAMPAGNOLO**

**ORIENTADOR: GERALDO LOPES DA SILVEIRA**

**Data e Local da Defesa: Santa Maria, 29 de novembro de 2013.**

A legislação ambiental brasileira, no que se refere à preservação dos recursos naturais, tem seu ponto central no Código Florestal. Trata-se de um conjunto de normas para conservação dos recursos naturais, tanto no ambiente rural como urbano, sendo que uma das suas principais ferramentas se dá por meio das APP's (Áreas de Preservação Permanente). O Novo Código Florestal (NCF), que revoga a Lei nº 4.771, Antigo Código Florestal (ACF), regulamenta a definição de APP's das faixas marginais dos cursos d'água, sendo que atualmente sua delimitação deve ser feita a partir da borda da calha do Leito Regular (LR), diferentemente do ACF, que indicava o início da faixa de APP a partir do Leito Maior Hidrológico (LMH) do rio. Objetivou-se comparar a aplicação da nova lei de delimitação de APP's em faixa ciliar de rio frente ao antigo Código, bem como a diferença de área dos mesmos, em uma bacia tipicamente rural. Utilizou-se como estudo de caso o Arroio Grande, definindo-se a extensão do LR, do LMH e respectiva faixa de APP, formando assim, a Faixa de Proteção Permanente (FPP) para o trecho de rio definido. Dentro de cada faixa de proteção, foi realizada a análise do uso do solo e dos conflitos mais comuns encontrados para delimitação do leito definidor da APP. Por meio dos mapas obtidos, atualmente, a APP deste trecho do Arroio Grande deve ser de 50 metros a partir da calha do LR, que se trata da calha delimitada do rio, incluídas as praias fluviais e ilhas fluviais. Sobre a mudança na legislação, destaca-se que a alteração do início da faixa de APP do LMH para o LR trouxe perda de área protegida. O NCF traz como contribuição permitir aos proprietários a adequação das áreas degradadas com uma faixa menor de preservação, e facilitar a definição do LR por meio de imagens de satélite. Segundo o NCF, 22,3% das áreas de APP do Arroio Grande não estão protegidas, o que compromete o equilíbrio da bacia, visto a importância que estes locais possuem para manutenção do ecossistema. Assim, pode-se comparar as legislações através dos mapas e concluir que o NCF trouxe alguns avanços, como a facilidade na demarcação da APP, mas é mais brando em relação ao tamanho de área protegida. Indica-se desta forma que o Código Florestal seja aplicado a um maior número possível de propriedades para ambas as finalidades propostas em seu texto, de preservação e recuperação ambiental, com conscientização dos proprietários da importância da proteção das faixas ripárias para a manutenção da estabilidade do sistema, ou recuperação da mesma.

**Palavras-chave:** Leito de rio. APP. Código Florestal.

## **ABSTRACT**

Master's Dissertation  
Graduate Program in Civil Engineering  
Federal University of Santa Maria

### **PERMANENT PRESERVATION AREA OF A RIVER AND ANALYSIS OF BRAZILIAN FOREST CODE**

Author: Karla Campagnolo

Supervisor: Geraldo Lopes da Silveira

Date and Place of Defense: Santa Maria, November 29, 2013.

The Brazilian environmental legislation, in what it refers to natural resource preservation, has its central point in the Forestry Code. This is a set of definitions and rules to be obeyed in both rural and urban environments, in view of the fact that one of its main tools happens by APP's (Permanent Preservation Areas). The new Forest Code (NCF) which repeals Law No. 4,771, Old Forestry Code (ACF), regulates the definition of APP's of waterway marginal ranges, considering that currently their delimitation must be done from the edge of the regular bed rail (LR), differently from the ACF, which indicated the APP range beginning from the larger hydrological river bed (LMH). The objective was to compare the application of the new APP delimitation law in river ciliary range, opposite to the Old Code, as well as the difference between themselves, in a typically rural basin. The Arroio Grande was used as a case study, the extent of the LR was defined, as well as of LMH and its respective APP range, thus, forming the Permanent Protection Range (FPP) for the stretch of defined river. Within each protection strip, it was utilized the land use analysis and also its commonest conflicts that define the boundaries of the APP defining bed. Through the maps which were obtained, the APP of this stretch of the Arroio Grande currently must be 50m from the LR rail, which is bounded through this river, and includes river shores and islands. About the change in the legislation, it is highlighted that the alteration of the beginning of APP range from LMH to LR brought loss of the protected area. The NCF brings as a contribution to permit the owners the adequacy of degraded areas using a minor range of preservation and facilitating the definition of LR by satellite images. According to the NCF, 22.3% of the APP areas of the Arroio Grande are not protected, which compromises the basin balance when we see the importance of these sites for the ecosystem maintenance. Thus, one can compare the laws through the maps and conclude that the NCF has brought some progress such as the ease in the demarcation of APP, but it is milder compared to the size of the protected area. This way one indicates that the Forestry Code is applied to a larger possible number of properties for both proposed purposes in its text: environmental preservation and recovery, with owners' awareness about the importance of protecting riparian bands for maintenance of system stability, or its recovery.

**Keywords:** Riverbed. APP. Forest Code.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cronologia de atualização do Código Florestal Brasileiro. ....	14
Tabela 2 - Larguras de Área de Preservação Permanente (APP) associadas à hierarquia de drenagem da ANA. ....	42
Tabela 3 - Uso do solo dentro da Faixa de Preservação Permanente (FPP) do Arroio Grande segundo o Antigo Código Florestal (ACF). ....	61
Tabela 4 - Uso do solo dentro da Área de Preservação Permanente (APP) do Arroio Grande segundo o Novo Código Florestal (NCF). ....	65
Tabela 5 - Área da Faixa de Proteção Permanente (FPP) segundo o Antigo (ACF) e o Novo Código Florestal (NCF). ....	76

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Interligação de planos territoriais na Alemanha.....	19
Figura 2 - Modelo dos tipos de leitos fluviais .....	24
Figura 3 - Tipos de leitos fluviais .....	25
Figura 4 - Leito maior hidrológico do curso d'água .....	26
Figura 5 - Feições típicas de vales fluviais .....	27
Figura 6 - Tipos de leitos fluviais e posição da enchente ordinária.....	27
Figura 7 - Principais elementos fluviais encontrados em um sistema de várzea .....	29
Figura 8 - Evolução morfológica do canal do Rio Araguaia (1965-1997).....	32
Figura 9 - Definição de faixa vegetativa de zona ripária .....	33
Figura 10 - Larguras ideais para as funções da zona ripária.....	35
Figura 11 - Identificação da largura do leito de um rio e sua respectiva Área de Preservação Permanente (APP) segundo o Antigo Código Florestal (ACF) .....	38
Figura 12 - Leito Regular (LR) e Leito Maior Hidrológico (LMH) de um rio.....	39
Figura 13 - Redução estimada de Área de Preservação Permanente (APP) devido à nova forma de estabelecer a faixa de proteção estipulada pelo NCF....	45
Figura 14 - Modificações no Código Florestal e perda de área protegida, supondo-se um rio com 10 metros de largura.....	46
Figura 15 - Bacia e sub-bacias do Arroio Grande e, ao centro, o trecho do curso d'água em estudo, em Santa Maria-RS.....	48
Figura 16 – Aspecto do início do trecho de rio estudado, na confluência do Arroio Taboão e Arroio Grande Superior.....	49
Figura 17 – Aspecto do final do trecho de rio estudado, bifurcação do Arroio Grande e Arroio do Meio .....	49
Figura 18 - Fluxograma da metodologia para definição da Faixa de Preservação Permanente (FPP) do Arroio Grande. ....	52
Figura 19 - Leito Maior Hidrológico (LMH) e Área de Preservação Permanente (APP) do Arroio Grande segundo o Antigo Código Florestal (ACF).....	55
Figura 20 - Medição do leito regular (LR) do Arroio Grande.....	56
Figura 21 - Perfil vertical levantado no início do trecho em estudo do Arroio Grande. ....	57

Figura 22 - Perfil vertical levantado no final do trecho em estudo do Arroio Grande.	57
Figura 23 - Leito Regular (LR) e Área de Preservação Permanente (APP) do Arroio Grande segundo o Novo Código Florestal (NCF).	59
Figura 24 - Área de Preservação Permanente (APP), Leito Maior Hidrológico (LMH) e Leito Regular (LR) do Arroio Grande no início (região de altitude) e no final (região de várzea) do trecho de estudo.	60
Figura 25 - Uso do solo dentro da FPP do Arroio Grande segundo o ACF.	62
Figura 26 - Uso do solo dentro da FPP do Arroio Grande segundo o ACF.	63
Figura 27 - Uso do solo dentro da FPP do Arroio Grande segundo o ACF.	64
Figura 28 - Uso do solo dentro da FPP do Arroio Grande segundo o NCF.	66
Figura 29 - Uso do solo dentro da FPP do Arroio Grande segundo o NCF.	67
Figura 30 - Uso do solo dentro da FPP do Arroio Grande segundo o NCF.	68
Figura 31 - Leito regular do Arroio Grande bem delimitado.	69
Figura 32 - Leito regular do Arroio Grande encoberto pela vegetação.	70
Figura 33 - Leito regular do Arroio Grande com presença de ilhas fluviais.	71
Figura 34 - Leito regular do Arroio Grande com meandro abandonado.	72
Figura 35 – Leito Maior Hidrológico (LMH), Leito Regular (LR) e Área de Preservação Permanente (APP) do Arroio Grande segundo ambas as versões do Código Florestal.	75
Figura 36 - Foz do Arroio Manoel Alves no Arroio Grande	80
Figura 37 - Presença de ilhas fluviais no leito do Arroio Grande	84
Figura 38 - Meandro abandonado do Arroio Grande	85

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ACF	Antigo Código Florestal
APP	Área de Preservação Permanente
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler
FPP	Faixa de Proteção Permanente
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IRGA	Instituto Rio Grandense do Arroz
LMH	Leito Maior Hidrológico
LR	Leito Regular
NCF	Novo Código Florestal
RS	Rio Grande do Sul

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das áreas ripárias no Canadá. Fonte: Valverde (2010). ...	20
Quadro 2 - Nível de proibição para uso das faixas marginais de rio. Fonte: Adaptado de Araújo (2012).....	21
Quadro 3 - Áreas de Preservação Permanente (APP's) de cursos d'água em ambas as versões do Código Florestal. ....	44

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1 Objetivos específicos.....	16
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
3.1 Preservação da faixa marginal de curso d'água em outros países .....	17
3.2 Morfologia fluvial.....	22
3.3 Leitos fluviais .....	24
3.3.1 Leito Regular .....	28
3.3.2 Leito Maior.....	28
3.3.3 Área de Inundação de um rio .....	29
3.4 Ilhas e Praias Fluviais.....	30
3.5 APP e o Código Florestal .....	33
3.6 Antigo Código Florestal e as APP's de curso d'água .....	36
3.7 Novo Código Florestal e as APP's de curso d'água .....	39
3.8 Síntese das modificações no Código Florestal.....	43
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>47</b>
4.1 A bacia do Arroio Grande .....	47
4.2 Delimitação das APP's no Arroio Grande pelo ACF e NCF.....	50
4.3 Uso do solo dentro das FPP's .....	52
4.4 Dificuldades na delimitação do LR do Arroio Grande .....	53
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>54</b>
5.1 Delimitação das APP's no Arroio Grande pelo ACF e NCF.....	54
5.2 Análise do uso do solo dentro das FPP's .....	61
5.3 Dificuldades na delimitação do LR do Arroio Grande .....	69
<b>6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>73</b>
6.1 Delimitação das APP's no Arroio Grande pelo ACF e NCF.....	73
6.2 Análise do uso do solo dentro das FPP's .....	78
6.3 Dificuldades da delimitação do LR do Arroio Grande .....	84
<b>7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>88</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>90</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No contexto atual, onde facilmente percebem-se as consequências da relação do homem com o meio, torna-se cada vez mais necessário o cumprimento das leis ambientais por parte de toda a sociedade e de suas instituições do executivo, legislativo e judiciário. Além disso, existe a cobrança por parte de organizações internacionais, que detêm acordos entre os países para a proteção ambiental.

Problemas como a poluição do ar, água e solo, alterações climáticas e extinção de espécies são conhecidos mundialmente e fizeram com que se desenvolvesse um pensamento comum pela conservação ambiental, onde as leis ambientais têm a função de regular as ações humanas impactantes, não só nas áreas rurais, mas também nas zonas urbanas, onde a concentração populacional é maior.

Dentro deste cenário de adequação às normas ambientais, sabe-se que muitos produtores rurais não estão regulares em relação à legislação atual, muitas vezes em função da falta de uma perfeita interpretação da lei. Neste âmbito, está inserido o novo Código Florestal Brasileiro, que foi publicado em 25 de maio de 2012 e aprovado como Lei nº 12.651, posteriormente modificado pela Lei nº 12.727, ambas revogando a Lei nº 4.771 (Antigo Código Florestal).

O Código Florestal, em todas suas versões, tem como essência a manutenção da qualidade de vida de toda a sociedade brasileira, pois entende que a conservação dos ecossistemas e a proteção dos recursos hídricos são de interesse comum. O novo Código Florestal manteve no seu texto um item muito importante da lei antiga, que é o conceito de “Área de Preservação Permanente” (APP), declarando que APP trata-se de:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (BRASIL, 2012).

Foram adotadas algumas siglas para facilitar o entendimento desta dissertação, associando-se as siglas ACF ao Antigo Código Florestal e NCF ao Novo Código, esta contemplando a nova lei já com as alterações aprovadas, sendo que a cronologia da atualização do Código Florestal pode ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1 - Cronologia de atualização do Código Florestal Brasileiro.

<b>Data</b>	<b>Lei</b>	<b>Código Florestal Brasileiro</b>	<b>Sigla</b>	<b>Situação</b>
23/01/1934	Decreto 23.793	Primeiro Código Florestal	-	Revogado
15/09/1965	4.771	Antigo Código Florestal	ACF	Revogado
25/05/2012	12.651	Novo Código Florestal	NCF	Vigente
17/10/2012	12.727	Alterações no novo Código		

Mesmo sendo tema de muitos debates, devido principalmente à pressão gerada pelo crescimento populacional e conseqüente demanda por alimentos, as áreas marginais dos cursos d'água foram regulamentadas no Capítulo II, Item I do novo Código Florestal, que enquadra ainda como APP:

- I) Faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular;
- II) Áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais;
- III) Áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais;
- IV) Áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perene;
- V) Encostas ou partes destas com declividade superior a 45°;
- VI) Restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- VII) Manguezais, em toda a sua extensão;
- VIII) Bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo;
- IX) Topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°;
- X) Áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;
- XI) Veredas.

Os itens VII, VIII e XI não existiam no antigo Código e foram introduzidos pela nova legislação. A ênfase deste estudo está nas APP's dos cursos d'água de ambiente rural. Sabe-se que uma das funções mais importantes das áreas ribeirinhas é manter estáveis os taludes dos rios, desta forma atuando como protetor natural contra o assoreamento, além de filtrar o escoamento antes do mesmo chegar ao leito do rio. Outra função importante destas áreas é possibilitar que espécies da flora e fauna possam se deslocar, reproduzir e garantir a biodiversidade da região. Quando ocorrer vegetação ciliar, atua também potencializando a taxa de infiltração do solo, amenizando temperatura de água e solo neste hábitat e aumentando a taxa de fixação de gás carbônico.

Conhecendo a importância da manutenção das áreas ribeirinhas para o sistema hidrológico de uma bacia, bem como para a manutenção da biodiversidade, discute-se muito a aplicação do Código Florestal Brasileiro que rege estes locais, e nesse âmbito, questiona-se como o técnico pode definir a APP de um rio segundo a legislação vigente. Sabendo que o antigo Código utilizava um critério diferente para estabelecer a APP, quais as consequências desta mudança ao meio ambiente? E ainda, quais as modificações ocorrem na paisagem com a implantação da APP segundo ambas as versões do Código? Estes questionamentos são comuns há todas as áreas do conhecimento que trabalham com a aplicação do novo Código Florestal, aspectos que nortearam a realização deste estudo.

## **2 OBJETIVOS**

O objetivo deste estudo é comparar os resultados espaciais na aplicação do novo Código Florestal Brasileiro frente ao antigo Código, no âmbito da delimitação de Áreas de Preservação Permanente em faixa marginal de rio em uma bacia hidrográfica rural, utilizando como estudo de caso um trecho do Arroio Grande, em Santa Maria-RS.

### **2.1 Objetivos específicos**

- a) Avaliar a diferença entre as Áreas de Preservação Permanente em faixa marginal para o rio em estudo, delimitadas em função dos preceitos do antigo e do novo Código Florestal Brasileiro;
- b) Analisar a aplicabilidade da legislação e possíveis impactos ambientais e na economia da região, verificando uso dado ao solo nas faixas marginais que ficaram definidas como APP;
- c) Analisar dificuldades na delimitação do leito regular e no leito maior hidrológico;
- d) Indicar possibilidades para aprimoramento do Código Florestal Brasileiro.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

Sobre as paisagens encontradas na faixa marginal de um curso d'água, tema deste estudo, pode-se dizer que envolvem, além da calha do rio e seu leito maior, as geoformas de ilhas e praias fluviais. O conhecimento da relação existente entre estas formações envolvidas e a legislação ambiental brasileira é de extrema importância para a compreensão deste estudo, visto que a análise de um ecossistema deve envolver o maior número de fatores possíveis, sabendo da interação existente entre os mesmos. Portanto, serão abordados neste capítulo alguns aspectos sobre as paisagens fluviais determinantes à existência das áreas ribeirinhas, bem como exemplos de outros países, que possuem metodologia semelhante à empregada no Brasil.

#### **3.1 Preservação da faixa marginal de curso d'água em outros países**

A seguir observa-se um resumo da situação atual das leis de proteção ambiental em diversos países, em relação aos cursos d'água, sendo que há um consenso geral na maioria dos países, desenvolvidos ou emergentes, de que as áreas naturais devem ser preservadas, e as medidas tomadas visam apoiar esse posicionamento.

Muitos países possuem leis de proteção ambiental igualmente rígidas às leis brasileiras, consequência do processo de desmatamento que a maioria das nações passa durante sua história, na maioria das vezes seguido por seu reflorestamento à medida que eles se desenvolvem (VERÍSSIMO e NUSSBAUM, 2011). É natural que a escassez de ambientes florestados faça crescer a preocupação com a proteção do solo e da água, e como resultado, surgem políticas para apoiar a proteção ambiental.

Na China, o Art. 57 da "Lei 19 da Agricultura" diz que no desenvolvimento da agricultura e da economia rural, deve ser dada atenção ao uso racional e a proteção dos recursos naturais, como a terra, a água e as florestas, as pastagens, os animais

e as plantas selvagens. Valverde (2010) cita que na China as florestas localizadas na beira de rios são denominadas de florestas de abrigo, ou “*shelterforests*”. Além disso, o governo chinês lançou, desde 1978, muitos programas de restauração florestal, como por exemplo, o Programa de Desenvolvimento do Cinturão de Proteção ao longo do curso superior e médio do Rio Yangtze. Neste país, todas as florestas são propriedade do governo federal (VERÍSSIMO e NUSSBAUM, 2011).

Diferentemente disto ocorre nos Estados Unidos (EUA), onde as regulamentações federais envolvendo a proteção da água são supervisionadas por autoridades dos Estados, que têm suas políticas de proteção dos recursos hídricos. Valverde (2010) explica que neste país as áreas ribeirinhas recebem a denominação de faixa tampão, ou “*buffer-trips*” e ocorrem nas margens de rios, lagos, áreas íngremes e ao redor de pântanos. Ainda com exemplos dos EUA, cita-se o “Sistema de Gerenciamento Ripário (RiMS)”, que é um programa de implementação de zonas ripárias, com o objetivo de recuperação das funções hidrológicas e biológicas dos rios, e desta forma, reduzir a ocorrência de erosão e de poluição. É um modelo baseado na construção de zonas tampão, mistas e combinadas, com larguras mínimas e máximas de diferentes zonas, recomendadas para o desempenho de diferentes funções.

Na Austrália foram regulamentadas a “Zona de Proteção” (*buffer zone*) e a “Zona de Cinco Metros” (*Five meter zone*). A Zona de Proteção é uma área de mata nativa em ambos os lados do curso d’água e a Zona de Cinco Metros é uma área de proteção extra, localizada na borda dos rios, lagos ou pântanos onde nenhum processo de extração ou manejo é permitido (VALVERDE, 2010).

Binder (2002) cita que na Alemanha existem diversos planos e propostas relativas à renaturalização de rios com a manutenção de suas áreas inundáveis. Os planos visam preservar, conservar e renaturalizar o leito dos rios, as zonas marginais e as áreas inundáveis, sem colocar em risco as zonas urbanas e vias de transporte, e sem causar desvantagens para a população e para os proprietários das áreas vizinhas. Neste mesmo país, os planos de preservação devem estar articulados aos demais planos territoriais, estar em consonância com os planos municipais de urbanização, planos regionais de paisagismo, programas de proteção da biota e de espécies em perigo de extinção, bem como o plano diretor de agricultura (Figura 1).

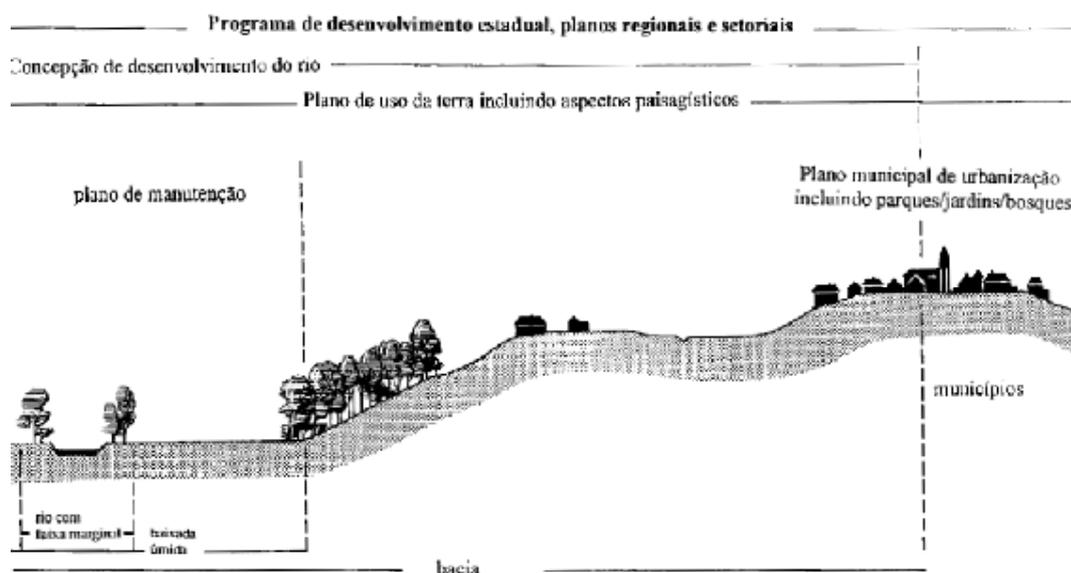


Figura 1 - Interligação de planos territoriais na Alemanha. Fonte: Binder (2002).

Na maioria dos países a largura da faixa de proteção é definida em relação aos diferentes objetivos a serem alcançados, como no Reino Unido. Neste país, a recomendação para a implementação de zonas de proteção indica uma extensão entre 5 e 30 metros de largura da área de preservação (LINDNER e SILVEIRA, 2003). Desta forma, a dimensão ideal de uma APP dependerá de diversas variáveis, incluindo a função a ser desempenhada pela área, o grau de eficiência requerido para o desempenho das funções, o tamanho da bacia de drenagem, topografia, hidrologia e hidrogeologia da região, entre outras.

As florestas ao longo dos cursos d'água no Canadá são classificadas como áreas de manejo de ripárias (*Riparian Management Areas – RMA's*). As RMA's são divididas em duas áreas, uma denominada zona de reserva e outra de zona de manejo, sendo que o tamanho de cada uma delas é definido pelas características do curso d'água, pela importância para a fauna silvícola e aquática e pelo nível de proteção contra sedimentação necessitado pelo leito em questão (Quadro 1).

<b>Classe Ripária</b>	<b>Distribuição Média Largura (m)</b>	<b>Zona de Reserva Largura (m)</b>	<b>Zona de Manejo Largura (m)</b>	<b>Total de RMA Largura (m)</b>
S1 Rios largos	≥100			
S1 Rios não-largos	>20	50	20	70
S2	>5≥20	30	20	50
S3	1,5<5	0	20	40
S4	<1,5	0	30	30
S5	>3	0	30	30
S6	≤3	0	20	20

S1-S4 – Rios com espécies de peixes ou em bacia hidrográfica comunitária.

S5-S6 – Rios sem espécies de peixes e fora de bacia hidrográfica comunitária.

Rios Largos – quando possuir uma largura média do canal de 100m ou mais e em planícies inundáveis uma distancia de 100m ou mais entre rios interligados.

RMA - “*Riparian Management Areas*”

Quadro 1 - Classificação das áreas ripárias no Canadá. Fonte: Valverde (2010).

Atualmente muitos estudos sobre este tema têm sido desenvolvidos em diversos países, buscando alternativas para definição da zona ripária, relacionando a área da bacia de drenagem e a largura da faixa marginal, métodos relacionados às declividades, gerenciamento de ecossistemas ripários, escoamento superficial de substâncias químicas bem como o delineamento de equações para a área ribeirinha.

Araújo (2012) descreveu o nível de proibição para uso da faixa de proteção de um rio em diversos países, e um resumo da pesquisa pode ser observado no Quadro 2.

PAÍS/ ESTADO	ESFERA DE GESTÃO	TEOR DAS NORMAS DE PROTEÇÃO	NÍVEL DE PROIBIÇÃO
Maryland (EUA)*	Estadual	30 metros, reduzidos para 10 metros em áreas de agricultura e 20 metros se a vegetação tiver fisionomia florestal.	Uso permitido mediante licenciamento
Virgínia (EUA)*	Estadual	30 metros, dos quais 15 metros podem ser usados em manejo florestal e redução para 10 metros no caso da agricultura.	Uso permitido mediante licenciamento
Pensilvânia (EUA)*	Estadual	Sem proteção coercitiva. Por declaração do Poder Público: 30 metros para áreas de "alta qualidade" ou 60 metros para áreas de "valor excepcional".	Uso permitido mediante licenciamento
Suécia	Federal	De 5 a 10 metros. Não há proibição da prática de atividades florestais, proibição do uso de fertilizantes e defensivos ao redor de nascentes, num raio de 50 metros.	Uso permitido mediante licenciamento
Portugal	Federal	10 metros	Uso permitido mediante licenciamento
Finlândia	-	Determina a proteção dos cursos d'água, mas não inclui limites obrigatórios, cabendo à decisão à análise do caso.	Uso permitido mediante licenciamento
Austrália	Estadual	De 5 a 20 metros, dependendo da necessidade de drenagem.	Uso proibido
Canadá	Federal	Cursos d'água de até 5 metros possuem zona de gestão, que pode ser explorada com licenciamento. Com 5 a 20 metros de largura, a norma protege 30 metros e permite exploração dos próximos 20 com cuidados específicos. Rios com 20 a 100 metros, área de proteção de 50 metros com exploração dos próximos 20 metros com cuidados específicos. Rios com mais de 100 metros, zona de cuidados específicos em 100 metros.	Uso permitido por licenciamento em três dos seis tipos de curso d'água
Brasil	Federal	De 30 a 500 metros	Uso proibido, salvo Art. 8 (utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental)

\*Obs.: Atuação Federal com programas de pagamento para recomposição de áreas degradadas, em faixa de 30 metros, e programas de plantio e manejo para floresta ripária para produtores entre 100 e 1.000 acres.

Quadro 2 - Nível de proibição para uso das faixas marginais de rio. Fonte: Adaptado de Araújo (2012).

Ao expor todos estes conceitos que norteiam este estudo pode-se então oferecer um embasamento sobre o licenciamento ambiental vigente do Brasil, no que se refere às faixas marginais de cursos d'água, ressaltando a importância da sua manutenção eficiente.

### **3.2 Morfologia fluvial**

Cada forma inserida na morfologia fluvial representa um ambiente diferenciado, que atua dando suporte a espécies da fauna e da flora inseridas no ambiente fluvial (SILVA, 2012).

No Código Florestal Brasileiro são utilizados alguns termos para caracterizar os cursos d'água que devem possuir APP, que são os perenes e intermitentes, excluídos os efêmeros. De acordo com Suguio (2003) e Fontes (2010) esta classificação pode ser conceituada em:

- Curso d'água efêmero: não é alimentado por lençol subterrâneo e possui água somente durante e após as chuvas, permanecendo seco durante a maior parte do ano;
- Curso d'água intermitente: Comum em regiões áridas, não possui água corrente durante todo o ano. Recebem fluxo d'água a partir do nível freático, mas apenas quando este se encontra suficientemente alto;
- Curso d'água perene: drena água durante todo o ano e a vazão aumenta para jusante. Geralmente são alimentados pela água subterrânea, situação típica de regiões úmidas.

Além da distribuição temporal da água, Teixeira et al. (2009) dizem que a morfologia dos canais fluviais é influenciada por fatores que afetam diretamente a bacia de drenagem, como volume e velocidade do fluxo de água, profundidade e declividade do canal, cobertura vegetal das margens, entre outros. Paralelamente, ainda existem os fatores que afetam toda a região, como índice de pluviosidade e temperatura.

O comportamento de um córrego depende de fatores físicos como fisiografia fluvial e o tipo de canal, de características meteorológicas, relacionadas ao tipo de precipitação média incidente, e ainda de fatores edáficos, relacionados ao solo (DURLO et al., 2010).

Já Suguio (2003) descreve as relações entre as feições geomorfológicas e o leito de um rio, em que, nas cabeceiras, a energia potencial transforma-se em energia cinética e modela o leito do rio, vencendo a resistência ao fluxo. Mais abaixo, a velocidade do fluxo sofre intervenção de obstáculos, que dão maior ou menor resistência à movimentação da água. No curso inferior, a energia potencial é consumida para vencer as forças de resistência e manter o fluxo do rio.

A relação de um curso d'água com a sua feição geomorfológica é fator determinante sobre as consequências diretas da exploração que as áreas ribeirinhas sofrem. Canais fluviais existentes no planalto responderão de maneira diferente ao intemperismo do que rios de planície, que muitas vezes não possuem um canal bem delimitado. Três estágios geomorfológicos podem ser encontrados ao longo de um rio: estágio jovem, na cabeceira, que sofre mais erosão; estágio intermediário, com mais equilíbrio entre erosão e sedimentação; e estágio senil, com predominância da sedimentação, que ocorre na foz (SUGUIO, 2003).

Os padrões dos canais fluviais representam o grau de ajustamento dos canais aos seus gradientes e à seção transversal. Os conceitos mais utilizados para definir os padrões dos canais fluviais são os que remetem aos padrões retilíneo, entrelaçado e meandrante (SUGUIO, 2003). Teixeira et al. (2009) explicam que estes padrões são os mais comuns, mas existem muitas variações entre eles. Também pode ocorrer uma mudança das características de um padrão para outro, ao longo de um mesmo rio, em função da descarga do rio nas épocas de cheia e estiagem, por exemplo.

Para que um curso d'água seja classificado conforme os padrões acima, deve-se tomar uma metodologia única como parâmetro, pois na literatura existem vários sendo utilizados, como a carga de sedimentos transportada, forma do canal ou a presença de ilhas, de modo que um mesmo trecho de canal pode ser classificado de diversas formas, dependendo do autor tomado como referência (SILVA e RODRIGUES, 2010).

Devido à extensão do território brasileiro, diversos fatores climáticos, geológicos e morfológicos agem sobre as bacias hidrográficas. Uma mesma rede de

drenagem pode apresentar afluentes com características diferentes entre si, resultando em uma tipologia diferente, em uma escala menor (VASCONCELOS e SCHWARZBOLD, 2010). Pinheiro (2005) ressalta que os aspectos geomorfológicos fazem com que as características hidráulicas de um rio sejam as mais variadas possíveis, uma grande sinuosidade no canal do rio, por exemplo, sugere que as velocidades tendem a ser mais baixas e os depósitos de sedimentos mais pronunciados.

Sobre os sedimentos, sabe-se que diversos fatores interferem no tipo de sedimento transportado por um rio, podendo-se citar a velocidade da corrente, tipo de material fonte, clima e cobertura vegetal da bacia de drenagem. A sedimentologia fluvial em regiões com forte pressão antrópica é especialmente complexa, pois as atividades humanas como desmatamento, atividades agropecuárias e alteração dos cursos dos rios afetam os fatores naturais mencionados acima (BRITO et al., 2009).

### 3.3 Leitos fluviais

Ao observar um curso d'água no meio rural, nem sempre a delimitação dos leitos é de fácil identificação, sendo necessária a realização de observações in loco, buscando delimitações precisas. Frente a tal complexidade, busca-se em definições clássicas como de Christofolletti (1981) um instrumento conceitual para delimitações dos tipos de leitos, seguindo um modelo, como apresentado na Figura 2.



Figura 2 - Modelo dos tipos de leitos fluviais. Fonte: Christofolletti, 1981.

Observa-se na figura anterior o leito maior, que o ACF utilizava para definir o início da faixa de proteção de um rio, bem como o leito menor, encaixado na calha do rio, utilizado pelo NCF. Durlo e Sutili (2005) também apresentaram um modelo de determinação do leito fluvial, sendo observado na Figura 3. Neste caso, assim como na figura anterior, pode-se observar o leito menor (de nível normal) utilizado pelo NCF na delimitação inicial da faixa de APP.

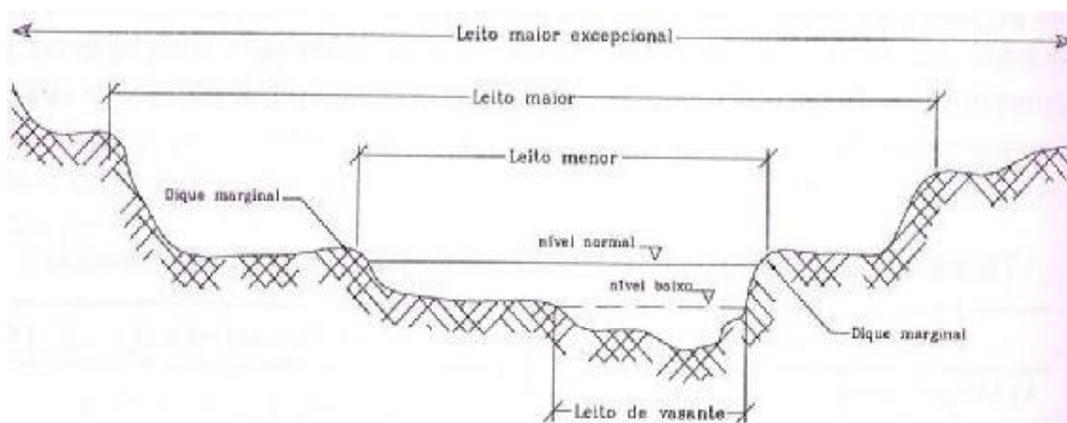


Figura 3 - Tipos de leitos fluviais. Fonte: Adaptado por Durlo e Sutili (2005).

A medição da espessura do leito de um rio consiste na elaboração de um estudo que deve contemplar a análise geomorfológica do perfil transversal do canal fluvial (BEZERRA, 2009). O autor ressalta que os leitos são relacionados a períodos de chuva e de seca, de modo que nos canais fluviais teremos basicamente três tipos de leito fluvial:

- a) Leito vazante: corresponde ao fluxo de água que se mantêm ao longo do ano;
- b) Leito maior: reflexo do aumento gradual das precipitações ao longo do ano;
- c) Leito maior sazonal: pode ser o reflexo dos eventos extremos nos períodos de maior precipitação no decorrer de um ano.

Dentro deste contexto a Figura 4 apresenta a vista frontal de um rio no seu nível normal das águas, e também da calha maior delimitada pelo nível mais alto, também chamado de nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente, a partir do qual, pelo ACF, deveria ser medida a largura da faixa marginal.

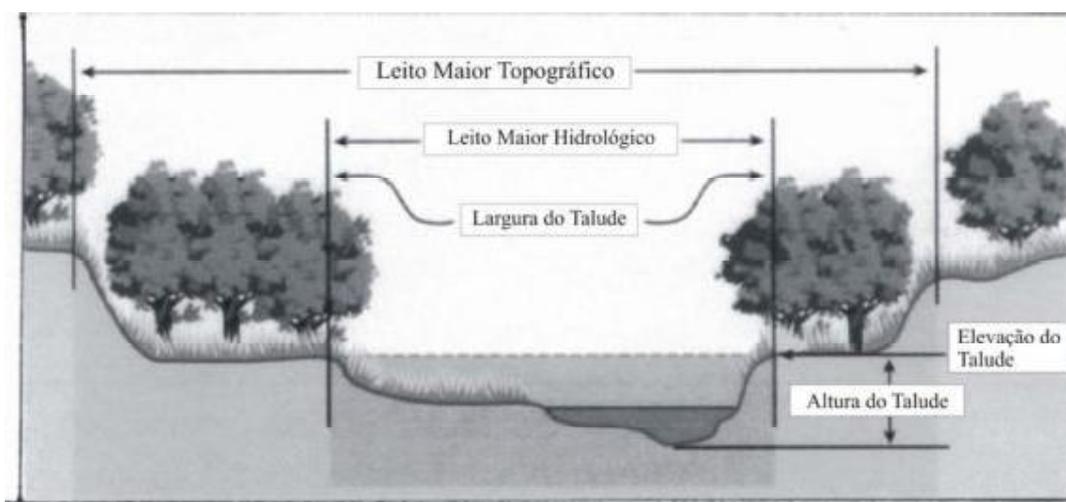


Figura 4 - Leito maior hidrológico do curso d'água. Fonte: Lindner e Silveira, 2003.

A importância de se conhecer o nível alcançado pelas cheias de um rio se deve ao fato da enchente ser o desastre natural que mais causa vítimas e que afeta o desenvolvimento sustentável (OMM, 2006). Tucci (2000) esclarece ainda que a inundação do leito maior ocorre quando a capacidade de escoamento do canal de drenagem é superada.

Na Figura 5 observam-se as diversas áreas de influência que a geomorfologia fluvial definiu, construídas pelo contínuo trabalho das águas correntes. A interpretação desta figura relacionada às definições do Código Florestal exemplifica o leito maior sazonal como o nível utilizado na delimitação das APP's pelo ACF e o leito menor como sendo o da calha do rio, utilizado na delimitação de APP's pelo NCF.

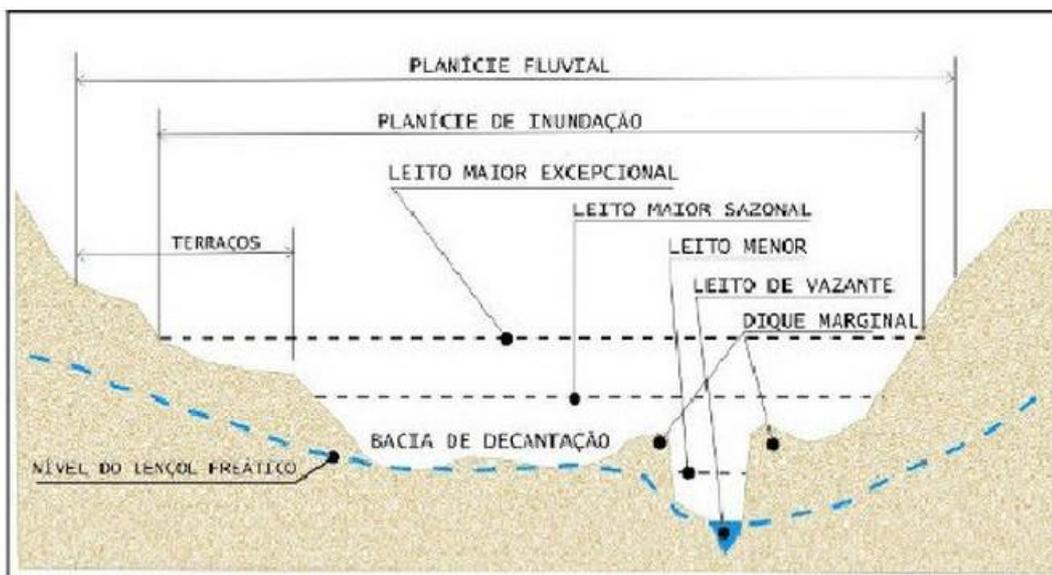


Figura 5 - Feições típicas de vales fluviais. Fonte: Oliveira (2004).

A Figura 6 mostra a definição fluvial apresentada por Oliveira e Miguez (2011). Pelo desenho, observa-se que as enchentes sazonais são aquelas que atingem a cota das margens plenas, pois enchentes maiores já não ocorrerão dentro da calha fluvial, mas ocuparão terrenos marginais, caracterizados como várzeas. Os autores demonstram na ilustração o leito maior sazonal utilizado pelo ACF, e o leito menor, ou calha do rio, utilizado pelo NCF.

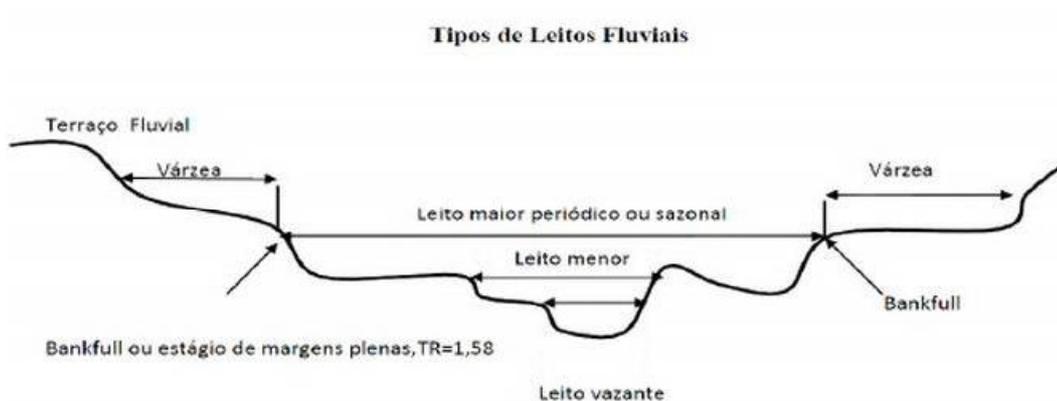


Figura 6 - Tipos de leitos fluviais e posição da enchente ordinária. Fonte: Oliveira e Miguez, 2011.

### 3.3.1 Leito Regular

Trata-se da calha por onde correm regularmente as águas de um curso d'água durante o ano, também chamado de leito menor. Utilizando esta denominação, Terezan (2005) diz que o leito menor consiste no canal por onde correm, permanentemente, as águas de um rio, sendo este o nível de sua normalidade.

Todas estas definições implicam no conhecimento da topografia, que abrange os níveis do rio, de forma a caracterizar este nível como sendo delimitador do leito regular do mesmo. A necessidade de estudos mais detalhados sobre a determinação do leito regular é eminente, de forma que esta definição é utilizada na determinação da APP de cursos d'água pelo NCF. Ao longo desta dissertação será utilizada a abreviação LR para discussão do leito regular e sua inserção no NCF.

### 3.3.2 Leito Maior

O leito maior trata-se da área situada acima do nível das águas na estação seca, que é ocupada anualmente durante a época das chuvas ou por consequência das maiores cheias (GUERRA, 1978), podendo ser chamado também de terraço, ou ainda Leito Maior Hidrológico (LMH), abreviação utilizada neste estudo.

Em períodos de chuvas abundantes é natural que os rios possam eventualmente sair do seu leito regular e ocupar o leito maior, sendo este processo considerado natural, ou seja, o leito maior compreende a cheia sazonal do rio. Christofolletti (1981) afirma que esse evento pode ocorrer anualmente, o que definiria o leito maior normal do rio. Quando ocorrem eventos extremos, com tempo de retorno superior a dois anos, os mesmos são definidores do leito maior excepcional (OLIVEIRA et al., 2010).

Para regiões onde não há estações do ano bem definidas, este conceito torna-se de difícil compreensão, ao contrário do que é verificado no Rio Grande do Sul, por exemplo, que possui uma pluviosidade bem distribuída ao longo do ano.

### 3.3.3 Área de Inundação de um rio

A área de inundação é uma planície conhecida como várzea, sendo estes locais de grande importância durante os eventos de cheias, de forma a abrigar as águas destes eventos. Quando uma planície de inundação é antropizada acaba potencializando riscos de perdas econômicas e até humanas, já que durante as cheias estes locais não estão mais preparados para sua finalidade inicial, e acabam ocorrendo graves catástrofes urbanas, como alagamentos e proliferação de doenças. Araújo (2012) destaca que a não conservação das APP's, que englobam as áreas de inundação, traz reflexos não só ao meio ambiente, mas à segurança e à saúde pública.

Na Figura 7 observam-se os elementos formadores de uma planície aluvial, que de maneira geral possui terrenos baixos e planos, diques marginais, área de várzea com alagamentos periódicos e vegetação arbustiva.



Figura 7 - Principais elementos fluviais encontrados em um sistema de várzea.  
Fonte: Boin, 2005.

Na figura 6 destaca-se a presença de praias fluviais, que aparecem com muita frequência no RS, visto que existem grandes extensões de áreas planas, que potencializam a presença destas formações ao longo dos rios.

Tucci (2010) descreve as etapas da inundação em planícies, sendo elas:

- a) Escoamento restrito à calha principal do rio, com água armazenada em lagoas decorrentes de cheia anterior, ou água subterrânea;
- b) Início do extravasamento da calha;
- c) Extravasamento da calha inundando a planície, alcançando lagoas e seguindo fluxos independentes do escoamento da calha;
- d) Inundação ocorrendo sobre toda a planície e interagindo com a calha do rio ao longo de toda sua extensão;
- e) Após a cheia, acréscimo do volume armazenado na planície em relação à situação inicial.

Algumas bacias hidrográficas nos Estados Unidos possuem um sistema de mapeamento das áreas de inundação que são espacializadas em função da pluviosidade, como, por exemplo, o mapeamento das áreas de inundação do Condado de Burgaw, no Estado da Carolina do Norte-EUA (MIOLA, 2013). O autor descreve ainda que no Canadá ocorre o manejo dos recursos hídricos considerando a ocorrência sazonal das inundações e, para isso, o governo federal desestimula o desenvolvimento em área de planície inundável. No Brasil, faltam políticas públicas de apoio aos produtores rurais para que este mesmo tipo de pensamento seja difundido no País.

### **3.4 Ilhas e Praias Fluviais**

Em um ecossistema fluvial é comum a existência de ilhas e praias fluviais, principalmente em regiões de relevo plano, propício à acumulação de sedimentos que formam estas formas no leito de um rio.

Souza (2011) classifica as ilhas como um território com extensão geográfica definida por eventos naturais, sendo que as mesmas podem desaparecer ao longo

do tempo, mas na maior parte dos casos elas permanecem no ambiente em que surgiram. No caso das ilhas fluviais, pode-se conceituá-las como acumulações de terra ou sedimentos, circundadas pelas águas de um rio. São consideradas públicas de acordo com a Constituição Federal de 1988, que declara como “bens da União” no seu Cap. II, Art. 20, inciso IV as “ilhas fluviais e lacustres nas zonas limítrofes com outros países, praias marítimas, ilhas oceânicas e as costeiras, excluídas, destas, as áreas referidas no Art. 26, II.” O Art. 26, item III, por sua vez, declara que são “bens do Estado” as ilhas fluviais e lacustres, as praias fluviais e os terrenos marginais situados em rios de domínio do Estado.

As ilhas fluviais também podem ser encontradas nos chamados “Álveos”, e segundo o Código das Águas (Decreto nº 24.643), Art. 9, álveo é “a superfície que as águas cobrem sem transbordar o solo natural e ordinariamente enxuto”. O Art. 23 diz que “ilhas ou ilhotas que se formarem no álveo de uma corrente, pertencem ao domínio público no caso das águas públicas, e ao domínio particular, no caso das águas comuns ou particulares”.

Os bens públicos necessitam de leis específicas para regulamentação do seu uso e apropriação. No caso das ilhas fluviais, fica a cargo de cada Estado legislar sobre a destinação das mesmas, sendo que no RS não há uma legislação específica sobre este tema. Sugere-se que estes ambientes sejam incluídos na demarcação da faixa de proteção permanente de curso d’água.

As ilhas podem surgir a partir de processos de acumulação de sedimentos em trechos de baixa energia, onde a declividade é menor (RIBEIRO et al., 2013). Souza (2011) cita que o que caracteriza o território das ilhas fluviais são a instabilidade e a mobilidade de suas fronteiras. O autor define ainda as Ilhas como um território pouco estudado, que necessita de conhecimento sobre a sua dinâmica territorial.

Tal dinâmica provoca constante erosão nos raios externos e deposição de materiais nos raios internos das curvas de cursos de água. Com o passar do tempo, em muitos casos, pode ocorrer um endireitamento e encurtamento, por anastomose, do canal do rio, formando os chamados paleomeandros: lagoas laterais falciformes ou ditas “formato ferradura”. A Figura 8 ilustra o processo de anastomose, quando a força hidráulica do rio rompe com os limites dos taludes originais e retifica segmentos de seu curso, dando origem a lagoas e ilhas.

Em estudo realizado no Rio Araguaia, Bayer e Carvalho (2008) afirmam que uma grande quantidade de areia é transportada na fase final das enchentes, que

acaba se depositando nas margens dos canais, originando depósitos de sedimentos, ou ilhas. Com a análise de imagens de satélite, os autores observaram que as barras laterais formam faixas estreitas e alongadas paralelas ao canal (Figura 8). Os processos erosivos podem atuar nas margens do canal removendo-as, ou seguir com o processo de incremento lateral.

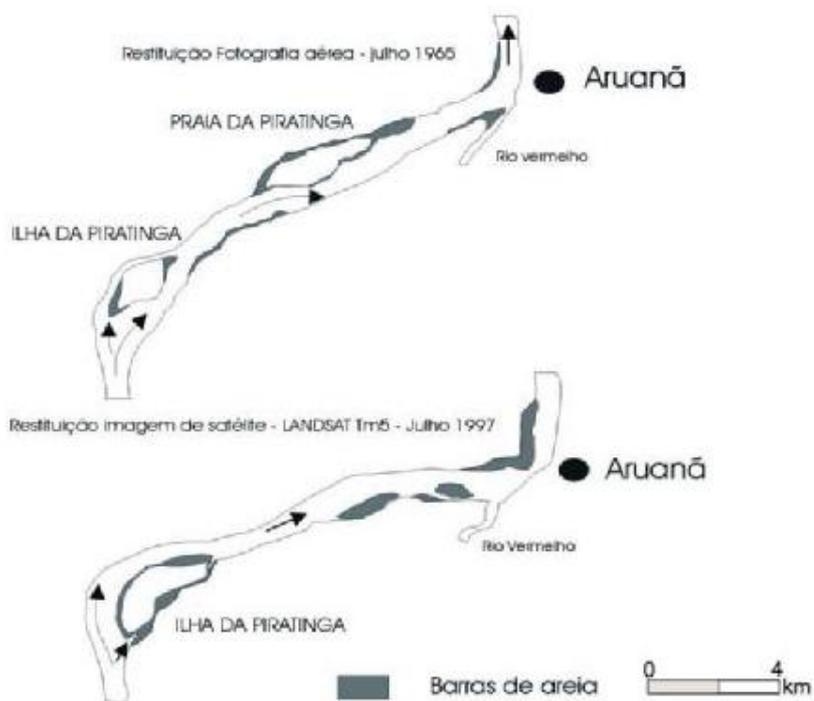


Figura 8 - Evolução morfológica do canal do Rio Araguaia (1965-1997). Fonte: Bayer e Carvalho (2008).

Segundo a Constituição Federal (1988), Art. 20, item III, são bens da União:

Lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais.

Praias fluviais, portanto, devem ser preservadas e são protegidas pela legislação assim como as faixas marginais dos rios, pois fazem parte do sistema fluvial, e sua manutenção interfere no bom funcionamento do mesmo.

### 3.5 APP e o Código Florestal

Atualmente constata-se que no Brasil ocorreu uma redução das matas ciliares e a fragmentação das florestas nativas existentes. A pressão exercida para a ocupação destas áreas (Figura 9), que segundo Araújo (2002) também são chamadas de matas de galeria ou de várzea, ou floresta aluvial ou ripária, está ligada principalmente à expansão agrícola, apesar de sua preservação estar garantida por aparato legal.

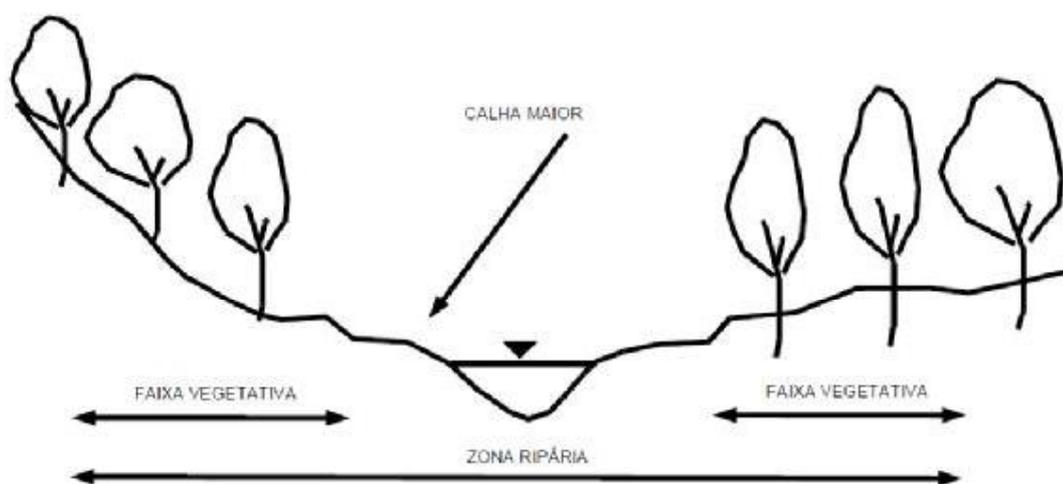


Figura 9 - Definição de faixa vegetativa de zona ripária. Fonte: Silva, 2003.

Analisando diversos trabalhos, Silva (2003) classificou as funções da mata ciliar em nove itens, descritos a seguir, e definiu as larguras ideais para que estas funções sejam cumpridas (Figura 10).

- a) Estabilização de taludes e encostas: a vegetação ciliar atua significativamente na estabilização de taludes e encostas. Nos taludes, contribui para a formação junto ao solo de uma manta protetora contra a erosão causada pela chuva e pelo escoamento superficial, e nas encostas as

raízes das plantas contribuem para a fixação do solo acima da camada de rocha;

b) Manutenção da morfologia do rio e proteção a inundações: a vegetação garante a preservação dos meandros nos rios, diminuindo a velocidade do escoamento e conseqüentemente a taxa de erosão, aumentando a infiltração no solo durante estes eventos. Esta infiltração diminui o volume de água que chega ao canal, e a quantidade de água transbordada é menor (diminuição do pico de cheia);

c) Retenção de sedimentos e nutrientes: funcionando como um filtro, a vegetação retém os sedimentos e nutrientes provenientes de alterações à montante (atividades agrícolas, desmatamentos, etc.). Diminui a velocidade do escoamento superficial e favorece a infiltração dos nutrientes no solo;

d) Mitigação da temperatura da água e do solo: a interceptação dos raios solares produz sombras sobre o canal, regulando a temperatura da água. A redução da temperatura máxima favorece a oxigenação e reduz o stress de peixes e outras espécies aquáticas. No solo, diminui a temperatura na superfície, favorecendo a conservação da umidade;

e) Fornecimento de alimento e hábitat para criaturas aquáticas: a vegetação ciliar contribui para o rio com escombros lenhosos (restos de galhos, troncos), folhas e insetos;

f) Manutenção de corredores ecológicos: faixas contínuas de zona ripária favorecem a formação de corredores ecológicos. É através dos corredores que as mais variadas espécies se inter-relacionam, através das diferentes paisagens;

g) Paisagem e recreação: a vegetação contribui para uma imagem mais verde ao longo dos rios, bloqueando a vista de transformações urbanas. Como locais de recreação permitem a prática de camping e trilhas;

h) Fixação do gás carbônico: como toda floresta, as florestas ciliares contribuem para a fixação de gás carbônico. O gás se integra à biomassa da floresta e esta por sua vez libera oxigênio;

i) Interceptação de escombros rochosos: a vegetação ciliar, mais precisamente as árvores, pode funcionar como barreiras contra sedimentos (pedras) vindos de montante.

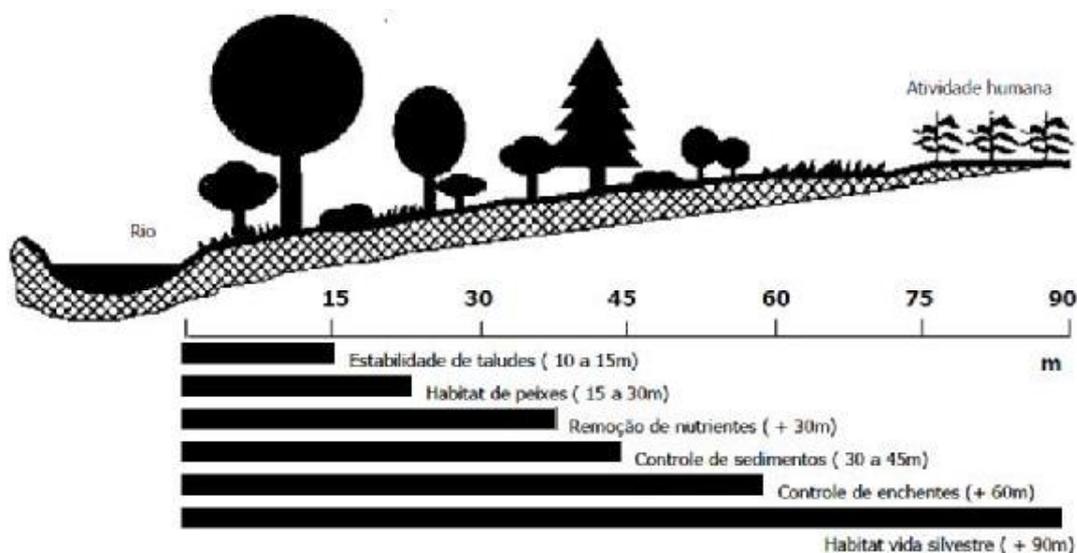


Figura 10 - Larguras ideais para as funções da zona ripária. Fonte: Silva, 2003.

Dentro do ambiente ripário, a quantidade de água que escoia superficialmente é relativamente pequena. Assim, a floresta evita um aumento abrupto da vazão no rio durante a chuva e recarrega o rio lentamente durante o período seco.

Kobiyama (2000) também aponta diversas funções da mata ciliar, tais como regularização dos fatores microclimáticos (temperatura e umidade) e do hidrograma (redução da enchente). O sombreamento do rio com árvores também é um método para reduzir o crescimento de algas e macrófitas aquáticas, sendo viável somente em pequenos corpos d'água (ESTEVES, 1998). O estabelecimento de uma conexão natural destas áreas proporciona a formação de corredores ecológicos, que constituem um meio eficiente de minimizar os prejuízos causados às populações da fauna e flora pela fragmentação de seus habitats (GONÇALVES et al., 2012). Okuyama (2012) adiciona que as APP's são áreas estratégicas, de alta fragilidade ambiental, que atuam na estabilidade climática, hidrológica e geomorfológica e fluxo gênico de fauna e flora.

Sabe-se que o ambiente ciliar sofre com a exploração descontrolada, não só da água dos mananciais. Durante décadas, houve um intenso uso do solo nas faixas marginais dos rios, muitas vezes sem controle, o que na maioria das vezes resultou em erosão, assoreamento e escassez da água. Oliveira e Miguez (2011) citam ainda

como consequência desta interferência a ocorrência de inundações e agravamento da situação de doenças de veiculação hídrica.

### **3.6 Antigo Código Florestal e as APP's de curso d'água**

O Código Florestal Brasileiro é uma Lei Federal criada em 1934 e posteriormente atualizada em 1965, que tem a finalidade de regular o uso da terra e dos ambientes naturais do Brasil. Além desta Lei, Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelecem diretrizes importantes para preservação ambiental, como por exemplo, a Resolução nº 303 de 20 de março de 2002, que regulamenta os parâmetros, definições e limites de APP.

O ACF definiu os percentuais de Reserva Legal e larguras das APP's, limitando o uso que o produtor poderia fazer da terra. Em sua última versão, o antigo Código previa áreas de Reserva Legal ocupando entre 20 e 80% das propriedades, conforme a região. As margens de rios, as matas deveriam ser preservadas em faixas de 30 a 500 metros, de acordo com a largura do curso d'água. As obrigações eram praticamente as mesmas entre todos os proprietários, independentemente do tamanho da propriedade, diferentemente do que ocorre atualmente.

A Diretriz Técnica nº 001/2010 emitida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM/RS), intitulada como "Diretriz Técnica para apresentação de Laudo Técnico de determinação de APP" tinha como objetivo padronizar a apresentação do Laudo Técnico, que identificava o "nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente" para determinação de APP, chamado de LMH, em faixa marginal dos recursos hídricos superficiais, conforme a Resolução CONAMA nº 303/2002 e a Lei Nº 4.771 (ACF).

Esta diretriz solicitava a metodologia utilizada para a identificação LMH, com uma justificativa para a adoção da metodologia utilizada, descrição sucinta das incertezas associadas à metodologia adotada e parecer conclusivo identificando o nível alcançado por ocasião da cheia sazonal, ou seja, aquele inserido dentro do LMH, e sua respectiva APP.

Segundo o Art. 2 do ACF, as APP's são "as florestas e demais formas de vegetação natural que estejam situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso

d'água desde o seu nível mais alto”, em faixa marginal cuja largura mínima deveria ser:

- a) De 30 metros para os cursos d'água com menos de 10 metros de largura;
- b) De 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;
- c) De 100 metros para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura;
- d) De 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura;
- e) De 500 metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros.

Nessas áreas não se permitia fazer a retirada da cobertura vegetal original, permitindo, assim, que ela pudesse exercer, em sua plenitude, as funções ambientais originais. Lindner e Silveira (2003) definem a largura da faixa vegetativa de zona ripária como a distância horizontal perpendicular ao rio, medida a partir do LMH (Figura 11). O ACF considerava a área entre o LR e o LMH como parte do leito do rio, que, portanto, não deveria ser utilizado pelo proprietário rural com qualquer tipo de cultivo.

Existe uma necessidade de se proteger as APP's com o objetivo de evitar a fragmentação da paisagem, evidenciando um grande benefício que as APP's apresentam, que é a formação de corredores ecológicos de diferentes proporções, possibilitando a conexão entre diversos biomas, através do fluxo gênico entre espécies animais e vegetais (CRIADO, 2008). Além disso, possuem importante papel ecológico dentro deste ecossistema ribeirinho.

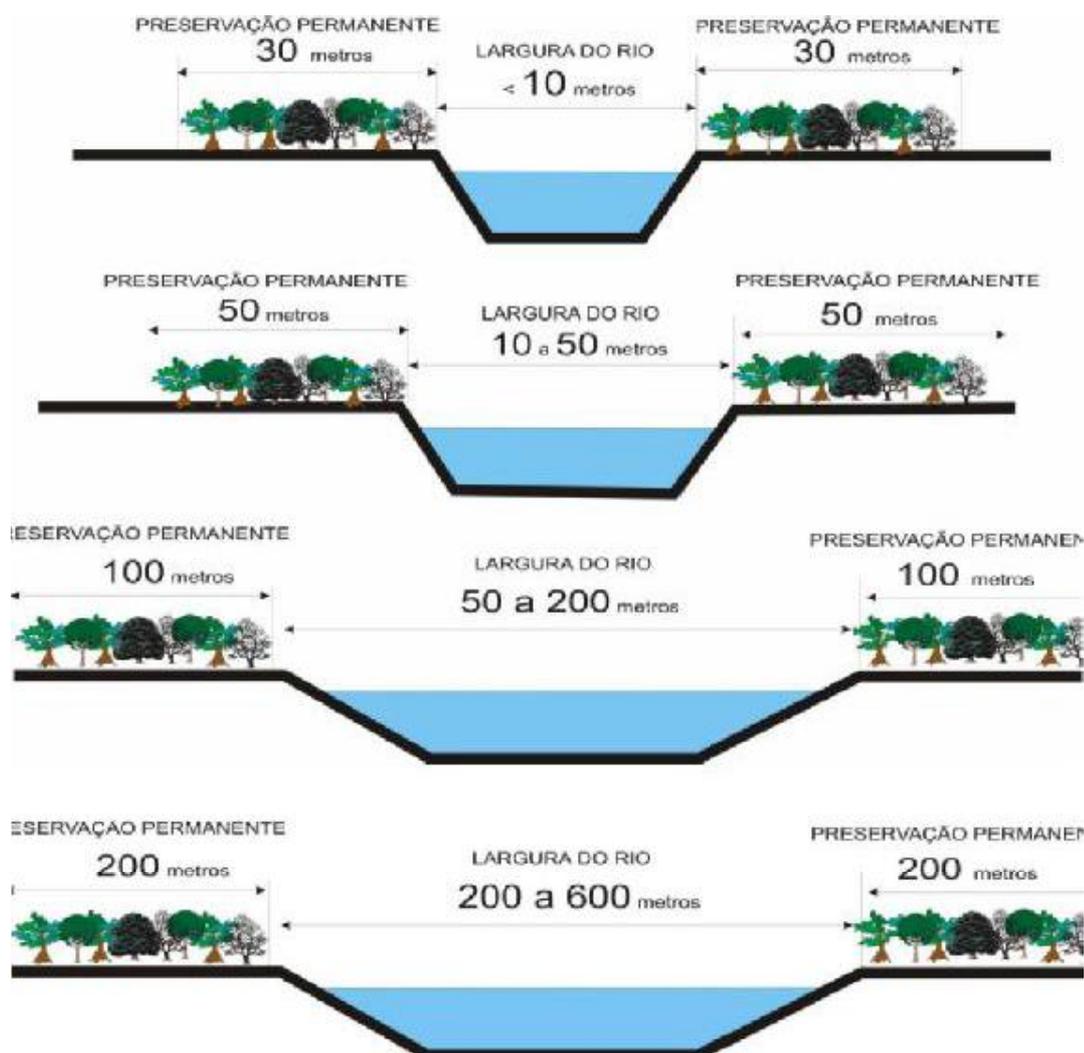


Figura 11 - Identificação da largura do leito de um rio e sua respectiva Área de Preservação Permanente (APP) segundo o Antigo Código Florestal (ACF). Fonte: Lindner e Silveira (2003).

Ao realizar estudos de demarcação de APP's na bacia do Córrego Paraíso (MG), Ribeiro et al. (2005) definiram 30 metros ao longo de todo o percurso dos rios, justificando o uso desta metragem ao fato de as larguras desses córregos serem inferiores a 10 metros no período chuvoso, o que pode ser entendido como LMH, que era delimitador das APP's segundo o ACF. Esta pode ser exemplificada como uma das metodologias utilizadas pelos técnicos para definição do LMH de um rio.

Guadagnin e Gravato (2009) avaliaram a eficiência das APP's nos subúrbios de Porto Alegre - RS, considerando o ACF. Neste estudo, os autores identificaram

as áreas de proteção legal e áreas importantes para a conservação da biodiversidade, e então estes locais foram sobrepostos para avaliar em que extensão a aplicação da legislação ambiental inclui as áreas mais importantes para a biodiversidade. Os resultados obtidos mostraram que as APP's não são suficientes na proteção de áreas para conservação da biodiversidade nesta região, sendo que as margens de corpos de água têm grande peso para o objetivo de conservação estudado.

### 3.7 Novo Código Florestal e as APP's de curso d'água

O Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651, regulamenta as APP's das faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene ou intermitente. Como se pode observar na Figura 12, a delimitação da APP nestes locais deve ser feita a partir da borda da calha do LR. No Art. 3º, item XIX, o novo Código conceitua LR como “a calha por onde correm regularmente as águas do curso d'água durante o ano” (BRASIL, 2012).

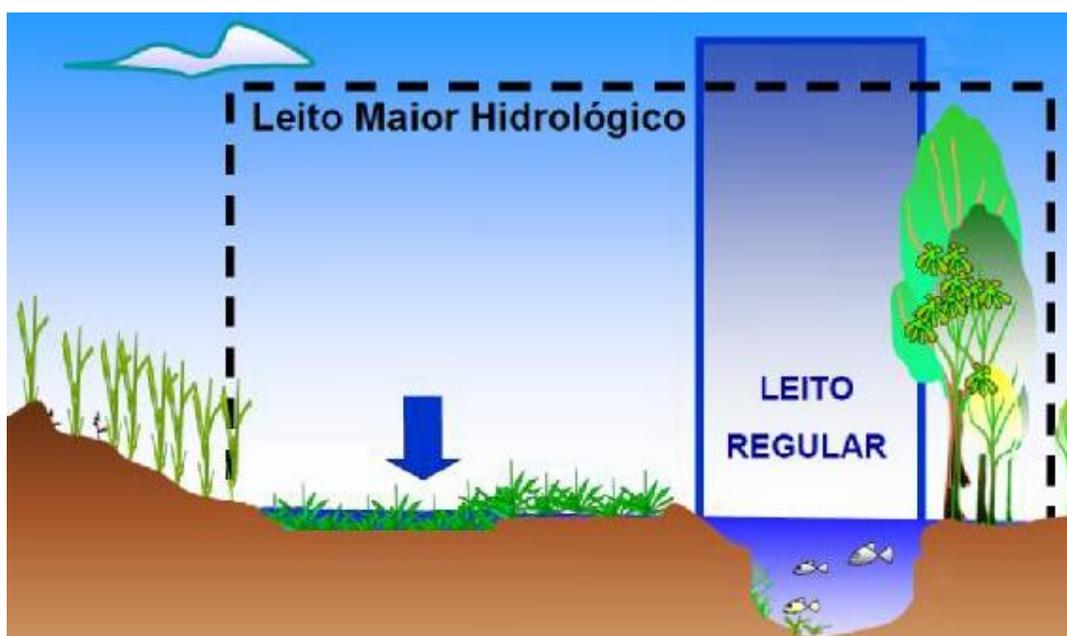


Figura 12 - Leito Regular (LR) e Leito Maior Hidrológico (LMH) de um rio.

Atualmente, a demarcação destas faixas marginais deve possuir largura mínima, medida a partir da borda da calha do LR e com extensão definida pelo tamanho da propriedade, de:

- a) 30 metros, para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura;
- b) 50 metros, para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;
- c) 100 metros, para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura;
- d) 200 metros, para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura;
- e) 500 metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros.

Esta faixa de proteção está vinculada ao critério do tamanho da propriedade rural, relacionada com o módulo fiscal. Módulo fiscal é a unidade de medida agrária, expressa em hectares, destinada a estabelecer um parâmetro para a classificação fundiária do imóvel rural quanto à sua dimensão. Esta dimensão é fixada para cada município, informação esta fornecida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

Na seção II do NCF, de áreas consolidadas em APP's, o Art. 61-A diz que “nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008” (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012). A utilização da APP anterior a esta data deverá ser comprovada ao órgão ambiental.

Para o NCF, imóveis de até quatro módulos são considerados pequenos; de quatro a quinze módulos, médios; e, acima de quinze, grandes. Desta forma, as regras são mais brandas para pequenas propriedades rurais, e mais rigorosas com propriedades maiores, o que ambientalmente não é vantajoso, já que para um mesmo curso d'água diversas faixas de proteção são delimitadas. Segundo dados do INCRA para as propriedades localizadas no município de Santa Maria, um módulo fiscal equivale a 22 ha.

Na tentativa de facilitar a aplicabilidade do NCF, o Ministério do Meio Ambiente comprou imagens do satélite RapidEye, em alta resolução (5 metros), que

serão utilizadas como base de informação para o Cadastro Ambiental Rural (CAR). O CAR será feito pelos órgãos estaduais de meio ambiente e é obrigatório a todas as propriedades rurais, foi implantado pelo NCF, e regulamentado pelo Decreto nº 7830, de 17 de outubro de 2012. As imagens foram entregues a todos os órgãos ambientais do Brasil e servirão para a identificação das APP's em cada propriedade rural, além de possíveis irregularidades quanto à utilização destas áreas.

Técnicas de geoprocessamento e demais ferramentas de obtenção de dados ambientais são fundamentais para o monitoramento dos processos físicos, uso do solo e cobertura vegetal de um ambiente, além de subsidiar os órgãos legisladores no monitoramento ambiental (OKUYAMA et al., 2012).

Mendes et al. (2012) analisaram a visão dos proprietários rurais no município de Otacílio Costa (SC) em relação à legislação de APP, e o resultado pode ser observado a seguir:

- a) Sobre a lei de APP, os proprietários estão conscientes sobre a questão de conservação das águas, nascentes, margens de rios, lagos e a preservação das encostas;
- b) Para a maioria dos proprietários, proteger a APP é importante para conservar as águas, atender à legislação e manter uma reserva de madeira. Esta última informação mostra certa confusão entre APP e Reserva Legal, já que a mata em APP não pode ser explorada;
- c) para melhorar as áreas de APP nas suas propriedades, os proprietários têm realizado atividades como: evitar o desmatamento, conservar as matas ciliares, proteger as nascentes, impedir a entrada de animais, fazer plantio de árvores onde não há mata ciliar.

Ressalta-se desta forma a carência da existência de programas de extensão rural que levem até as propriedades rurais informações claras sobre a legislação ambiental. Okuyama et al. (2012) também reafirmam a necessidade de programas de extensão que levem até o proprietário rural a importância da conservação dos recursos naturais, solo, água e biodiversidade. Essas iniciativas são fundamentais para potencializar os serviços ambientais prestados pelas áreas destinadas à conservação, conforme requerido pelo NCF.

A tomada de decisões para manejo e administração de um rio depende de complexas interações entre os processos naturais e uma série de processos relacionados ao homem, como o uso do solo, efeitos do crescimento industrial e populacional, qualidade da água e vida aquática (SCHWARZBOLD, 2010). Destaca-se, nesse cenário, a importância de se prover os agentes fiscalizadores com mapas acurados, indicando os limites das APP's (SOARES et al., 2011).

Sabe-se que muitas vezes a legislação não consegue transferir suas normas para a prática. Em relação às APP's dos cursos d'água, Durlo et al. (2010) sugerem que a largura exigida é exagerada e não fundamentada em termos técnicos, e também que sua conservação de forma intocada não se mostra eficiente, visto que muitas vezes o corte de árvores da beira do rio pode ser necessário para o bom funcionamento do sistema ripário.

Soares-filho (2013) relatou uma grande fonte de incerteza no mapeamento de APP de curso d'água em nível nacional, devido à ausência de informações sobre a largura dos rios. Na ausência deste dado, o autor optou por associar uma hipotética largura à ordem de drenagem do curso d'água (Tabela 2) segundo a classificação da Agência Nacional das Águas (ANA), através do mapa de Ottobacias em ordem até 12. Desta forma, exemplifica-se uma alternativa de metodologia a ser utilizada na definição de APP, quando inexisterem informações sobre a largura do curso d'água.

Tabela 2 - Larguras de Área de Preservação Permanente (APP) associadas à hierarquia de drenagem da ANA.

<b>Ordem</b>	<b>Largura</b>
1	240
2	180
3	90
4	60
5	60
6	30
7	30
8	30
9	30
≥10	30

Fonte: Soares-filho (2013).

Sabe-se que, nas últimas décadas, houve uma evolução da consciência ecológica no Brasil, marcada por alguns avanços em nossa legislação ambiental. Mas infelizmente muitas dessas conquistas ainda não foram aplicadas, principalmente pela inexistência de uma demarcação oficial das APP's, e pela deficiência estrutural do Estado, que inviabiliza uma fiscalização ambiental efetiva em um país de dimensões continentais (RIBEIRO et al., 2005). Gonçalves et al. (2012) confirmam este pensamento, e citam que os órgãos com poder de fiscalização se mostram incapazes de impor o cumprimento da legislação ambiental brasileira, através da combinação de despreparo técnico e infraestrutura ineficiente.

### **3.8 Síntese das modificações no Código Florestal**

A definição de rio, terrenos marginais e sua várzea para determinação do espaço físico ocupado e sua correlação com a legislação referente não é tarefa fácil (OLIVEIRA, 2011). Sabe-se que a faixa ribeirinha existente ao longo dos rios é extremamente importante para a conservação dos mananciais e do ambiente fluvial, e o NCF visa proteger estes locais, sendo que as principais modificações do mesmo em relação ao ACF podem ser visualizadas no Quadro 3, demonstrado a seguir.

ANTIGO CÓDIGO FLORESTAL	NOVO CÓDIGO FLORESTAL
<b>Início da medição da faixa de APP</b>	
Leito Maior Hidrológico	Leito Regular
<b>Largura de APP, com fins de conservação</b>	
30 metros, para os cursos d'água com largura inferior a 10 metros; 50 metros, para os cursos d'água que tenham de 10-50 metros de largura; 100 metros, para os cursos d'água que tenham de 50-200 metros de largura; 200 metros, para os cursos d'água que tenham de 200-600 metros de largura; 500 metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros;	
<b>Largura de APP, com fins de recomposição- áreas rurais consolidadas</b>	
Não considerava áreas consolidadas, a APP deveria ser recuperada em toda sua extensão.	Até 1 módulo fiscal: recomposição de 5 metros, independentemente da largura do curso d'água; De 1 até 2 módulos fiscais: 8 metros; De 2 até 4 módulos fiscais: 15 metros; De 4 até 10 módulos fiscais: 20 metros para cursos d'água com até 10 metros de largura; Para maiores larguras, segue-se a regra de maior que 10 módulos; Maior que 10 módulos: metade da largura do curso d'água, observado o mínimo de 30 e o máximo de 100 metros.

Quadro 3 - Áreas de Preservação Permanente (APP's) de cursos d'água em ambas as versões do Código Florestal.

Em relação à área a ser recomposta (passivo ambiental), com a homologação do NCF houve uma redução de 58%, variando de 50 Mha a 21 Mha (milhões de hectares) em todo o Brasil (SOARES-FILHO, 2013). A mudança de regra de recuperação de APP foi o segundo item que mais interferiu neste valor, trazendo uma redução de cerca de 8 Mha de área de APP a ser recomposta (Figura 13), segundo os resultados encontrados por Soares-filho (2013), considerando neste caso o alto nível de incerteza na estimativa de passivo de APP segundo o antigo Código, que ficou em torno de 66%.

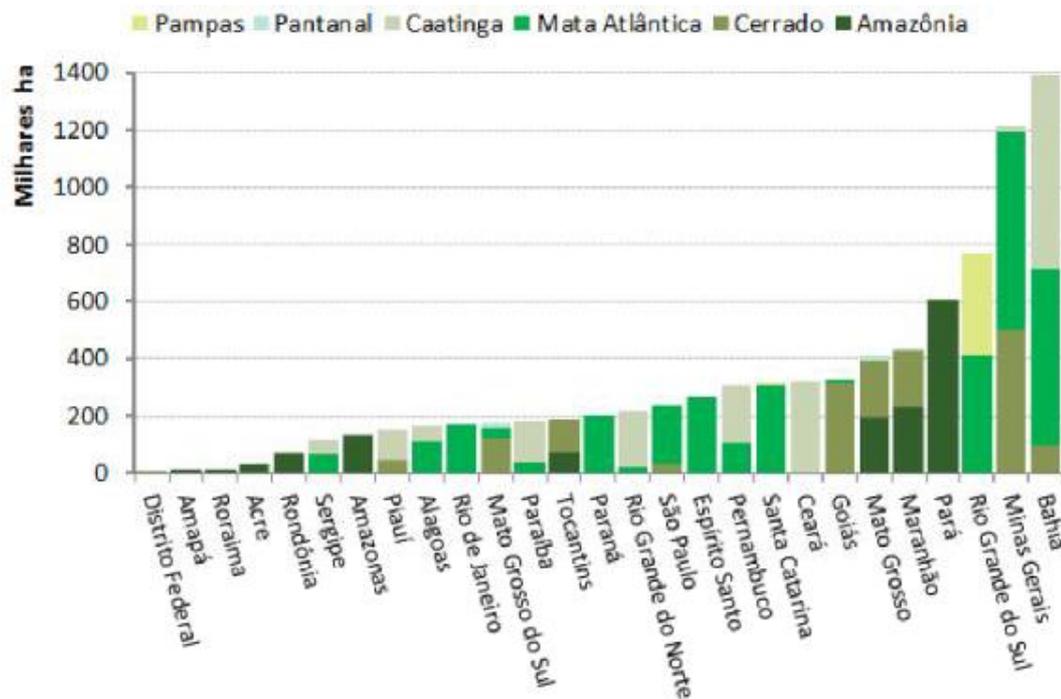


Figura 13 - Redução estimada de Área de Preservação Permanente (APP) devido à nova forma de estabelecer a faixa de proteção estipulada pelo NCF. Fonte: Soares-filho (2013).

No croqui a seguir (Figura 14) ilustra-se a perda de área que deixará de ser preservada com a implantação do NCF.

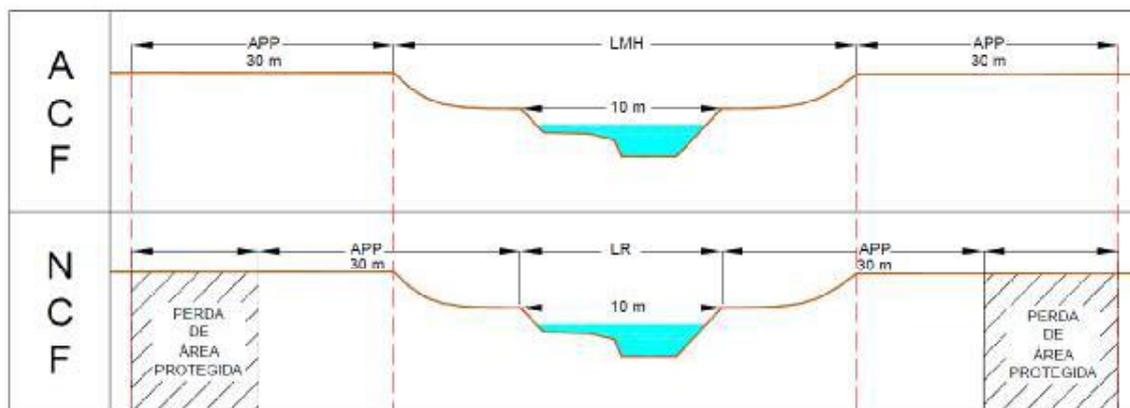


Figura 14 - Modificações no Código Florestal e perda de área protegida, supondo-se um rio com 10 metros de largura.

Soares-filho (2013) fez uma consideração pertinente sobre a revisão do Código Florestal. É sabido que as modificações trouxeram uma grande perda em áreas a serem recompostas, mas também facilitaram alguns mecanismos de aplicação. Portanto, sobre o argumento bastante utilizado nos debates, de que o cumprimento do Código Florestal é um empecilho ao desenvolvimento da agricultura no Brasil, segundo o autor, não procede, tendo em vista que há espaço para ambos e que a agricultura só tem a se beneficiar com os serviços ambientais promovidos pela conservação e restauração florestal em larga escala.

Diversas incertezas já foram levantadas em relação ao tema definição de APP, exaltando a relevância do desenvolvimento de trabalhos em busca de definições que possam pacificar questões jurídicas, hidrológicas e ecológicas na ocupação das áreas marginais de um rio (OLIVEIRA e MIGUEZ, 2011).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

Para oferecer um exemplo aplicado do Código Florestal em uma propriedade, a bacia hidrográfica escolhida para realização deste estudo é tipicamente rural, com usos característicos. A bacia do Arroio Grande, situada na região central do Rio Grande do Sul (RS), preenche estes requisitos e também possui feições de encosta, à montante, e de planície, à jusante. Além disso, a mesma encontra-se em área de transição geomorfológica, que abrange distintas tipologias de cursos d'água existentes no RS, o que facilita a análise da aplicabilidade do Código Florestal, nas duas versões em estudo.

### **4.1 A bacia do Arroio Grande**

A bacia do trecho do curso d'água em estudo fica situada entre as coordenadas geográficas 29°29' e 29°43' de latitude Sul e 53°49' e 57°33' de longitude Oeste (Datum Sirgas 2000), em uma área total de 299 km<sup>2</sup>. Fazendo parte da Região Hidrográfica do Guaíba, e da Bacia do Vacacaí/Vacacaí-mirim, abrange o território dos municípios de Itaara, Santa Maria, Júlio de Castilhos e Silveira Martins, na região central do RS. Na Figura 15 pode-se visualizar o mapa da bacia hidrográfica em estudo, dividida em sub-bacias.

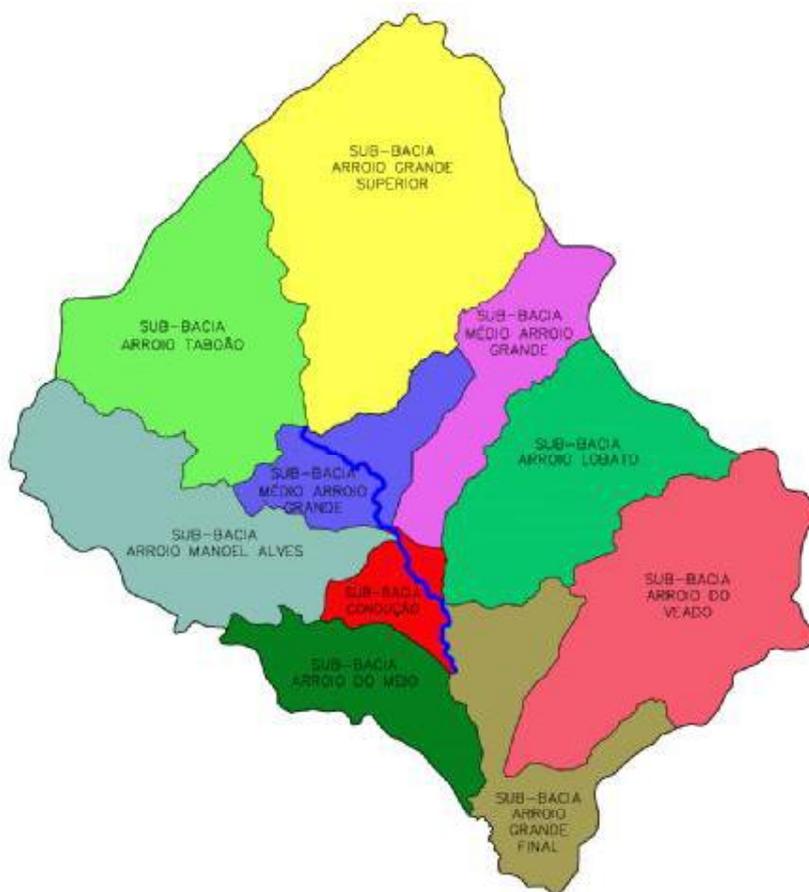


Figura 15 - Bacia e sub-bacias do Arroio Grande e, ao centro, o trecho do curso d'água em estudo, em Santa Maria-RS. Fonte: Adaptado de Miola (2013).

O trecho do curso d'água em estudo faz parte do canal principal do Arroio Grande, inserido entre as coordenadas de montante do Arroio  $29^{\circ}35'52,96''\text{S}$  e  $53^{\circ}42'50,04''\text{O}$ , ponto de confluência dos Arroios Taboão e Alto Arroio Grande (Figura 16), e de jusante  $29^{\circ}39'45,24''\text{S}$  e  $53^{\circ}30'18,45''\text{O}$  (Datum Sirgas 2000), referente ao local de desvio, onde o Arroio Grande se liga ao Arroio do Meio (Figura 17). O trecho analisado possui 10,6 km, e está localizado a 140 metros de altitude, sendo que o ponto final está a 81 metros de altitude acima do nível do mar, segundo o dados de altitude do satélite GeoEye-1, o que representa uma variação de quase 60 metros de altitude.

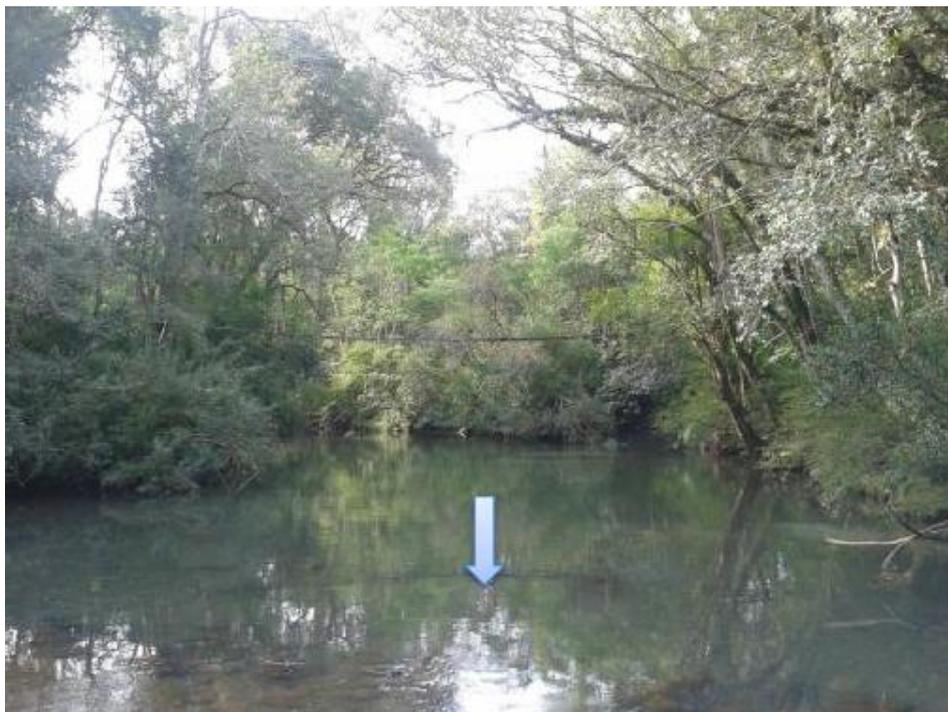


Figura 16 – Aspecto do início do trecho de rio estudado, na confluência do Arroio Taboão e Arroio Grande Superior. Fonte: Arquivo pessoal. Data: 17/05/13.



Figura 17 – Aspecto do final do trecho de rio estudado, bifurcação do Arroio Grande e Arroio do Meio. Fonte: Arquivo pessoal. Data: 17/05/13.

Segundo Sutili et al. (2009), o Arroio Grande pode ser dividido em três seções distintas, sendo que na primeira seção o arroio apresenta grande declividade e áreas nativas florestadas, pouca atividade agrícola, e as águas provêm de pequenas bacias de grande declividade, portanto com grande velocidade. A porção intermediária e porção final são os trechos correspondentes à descida do Arroio Grande pela Serra Geral, com declividade média e surgimento de atividades como pecuária e agricultura, mesclando-se com florestas nativas.

De acordo com o Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul (SEMA-RS/UFSM, 2001) a bacia do Arroio Grande é caracterizada pela presença da Floresta Estacional Semidecidual, nos estágios iniciais, médios e avançados de sucessão, sendo as famílias Myrtaceae e Lauraceae as mais representativas. Os solos da bacia do Arroio Grande pertencem à unidade de mapeamento Vacacaí, portanto nesta região são encontrados os seguintes tipos de solo: Planossolo Hidromórfico, Argissolo Vermelho Distrófico Arênico, Alissolo Hipocrômico Argilúvico, Associação Chernossolo Argilúvico Férrico – Neossolo Litólico eutrófico Chernossólico, Argissolo Vermelho Amarelo Alumínico e Argissolo Vermelho Amarelo (SANTOS, 2005).

#### **4.2 Delimitação das APP's no Arroio Grande pelo ACF e NCF**

O LMH foi delimitado utilizando-se o modelo hidrológico desenvolvido por Miola (2013). Para tanto, utilizaram-se dados da distribuição das chuvas na região, onde se selecionaram as chuvas máximas diárias, as quais foram transformadas em vazões máximas diárias, para um tempo de retorno de 1,1 ano. Desta forma, foi possível observar as áreas alagadas para este fluxo anual e transformá-las em uma faixa de delimitação, o LMH, para o trecho em estudo do Arroio Grande, e, a partir de então, visualizar o início da APP segundo o ACF. Para melhor interpretar a região de proteção do rio e suas áreas ribeirinhas introduziu-se o conceito de Faixa de Preservação Permanente (FPP). Esta faixa representa o somatório do leito do rio com a APP. A análise desta definição foi por meio da equação 1.

$$FPP (ACF) = LMH + APP \quad (1)$$

Sendo: FPP = Faixa de Proteção Permanente; LMH = Leito Maior Hidrológico; e APP = Área de Preservação Permanente.

Além disso, sabendo-se que a legislação vigente é embasada na determinação do LR de um rio, o mesmo foi definido para o trecho em estudo utilizando-se imagens do satélite GeoEye-1, que abastece o aplicativo Google Earth<sup>®</sup>, datadas de 2011. Essas imagens foram importadas para o software AutoCAD Civil 3D 2010<sup>®</sup>, onde posteriormente analisou-se o cenário de implantação da APP para o referido curso d'água. Para tanto utilizou-se a equação 2.

$$FPP (NCF) = LR + APP \quad (2)$$

Sendo: FPP = Faixa de Proteção Permanente; LR = Leito Regular; e APP = Área de Preservação Permanente.

Para analisar a variação da largura do LR do rio de forma mais detalhada, foram levantadas 2 (duas) seções do Arroio Grande, no início e no final do trecho de estudo, onde realizou-se a comparação com a imagens de satélite, utilizando-se uma Estação Total da marca Leica TC407.

Após definir a extensão do LMH e do LR e das suas respectivas APP's, as duas faixas de proteção encontradas segundo ambas as legislações (ACF e NCF) foram comparadas, observando-se a largura de cada leito e de sua respectiva APP. Abaixo o fluxograma dos passos metodológicos deste estudo (Figura 18).

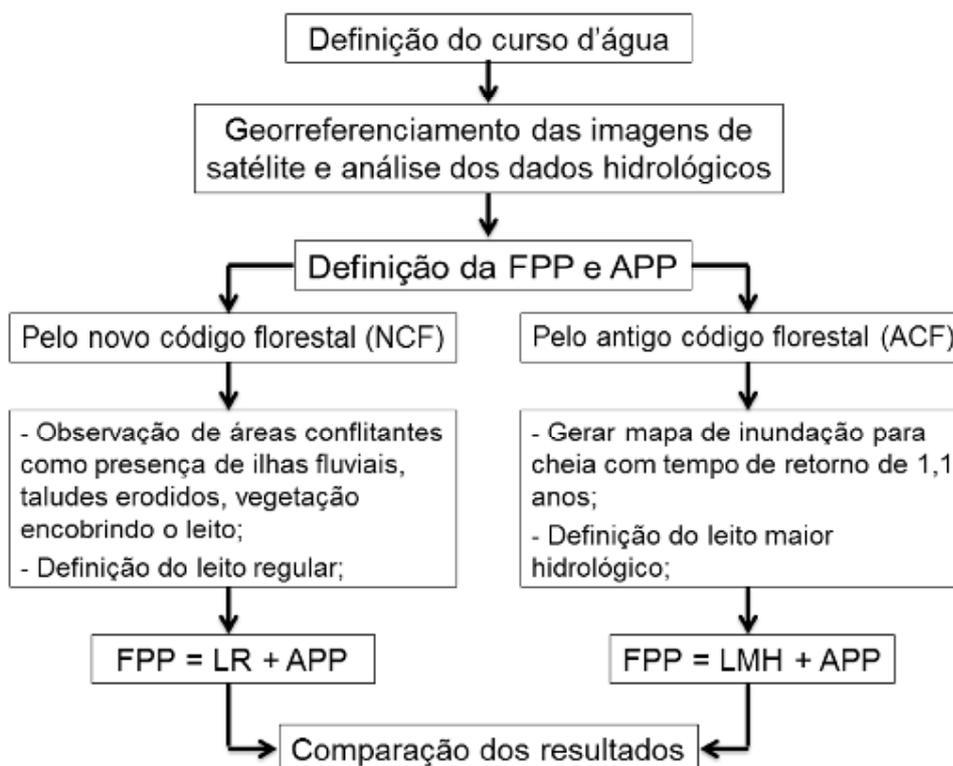


Figura 18 - Fluxograma da metodologia para definição da Faixa de Preservação Permanente (FPP) do Arroio Grande.

Sabe-se que o NCF utiliza o tamanho da propriedade rural na definição da largura da APP de curso d'água a ser recuperada, mas este estudo não utilizou este parâmetro, visto que não houve identificação dos proprietários das áreas ribeirinhas, e, por consequência, não foi possível ter acesso às matrículas dos imóveis correspondentes. Assim, definiu-se que não ocorrem pequenas propriedades na bacia do Arroio Grande.

#### 4.3 Uso do solo dentro das FPP's

Após a delimitação do LR e do LMH, e da extensão de cada faixa de APP, foi possível comparar, por meio do mapeamento do uso do solo, a diferença na aplicabilidade das leis (ACF e NCF) quanto à possível adequação e recuperação do passivo. O mapeamento de uso do solo foi feito manualmente utilizando imagens do

satélite GeoEye-1, utilizando-se o software AutoCAD Civil 3D 2010<sup>®</sup>. As classes de uso foram estrada, campo, construção, inaproveitável (áreas de erosão, lavouras abandonadas, áreas arenosas e afloramentos rochosos), lavoura, mato nativo e mato implantado com espécies exóticas. Por meio desta classificação foi possível avaliar a ocupação de cada faixa de proteção, as principais consequências da mudança no Código e possíveis impactos para a economia. Esta análise foi feita dividindo o trecho de rio em estudo em 3 (três) seções menores, para melhor visualização dos resultados.

#### **4.4 Dificuldades na delimitação do LR do Arroio Grande**

Esta dissertação também avaliou as questões enfrentadas pelos técnicos, que deverão instruir os proprietários rurais na adequação das áreas rurais à legislação ambiental, sabendo que os órgãos fiscalizadores utilizarão imagens de satélite adquiridas recentemente para fiscalização destas áreas. Desta forma, utilizou-se imagens de satélite GeoEye-1 para realizar a identificação visual de possíveis padrões de visualização do leito do rio, sendo denominados 4 (quatro) tipos principais: LR bem delimitado; Vegetação encobrindo o LR; Presença de ilhas e praias fluviais; Presença de meandros abandonados.

Foram analisados os impasses encontrados no processo de delimitação do LR, apresentando alternativas de resolução dos problemas e buscando apresentar alternativas para o aprimoramento do Código Florestal.

## **5 RESULTADOS**

Neste item serão expostos os resultados obtidos com a delimitação do LR e do LMH de trecho do Arroio Grande, suas respectivas APP, o uso do solo dentro destas áreas e as dificuldades encontradas para tais definições.

### **5.1 Delimitação das APP's no Arroio Grande pelo ACF e NCF**

A delimitação do LMH do rio em função da área alagada pela sua cheia sazonal, em um tempo de retorno de 1,1 anos, bem como a APP de 50 metros, pode ser visualizada na Figura 19, formando a FPP do Arroio Grande segundo o ACF.

A delimitação de 50 metros foi definida em razão de uma coerência com a paisagem real existente, visto que em alguns pontos a largura do LMH foi de mais de 700 metros, desta forma, uma app de 500 metros nesta bacia extrapolaria o limite da bacia, além de ser um valor irreal com a realidade utilizada nesta região.



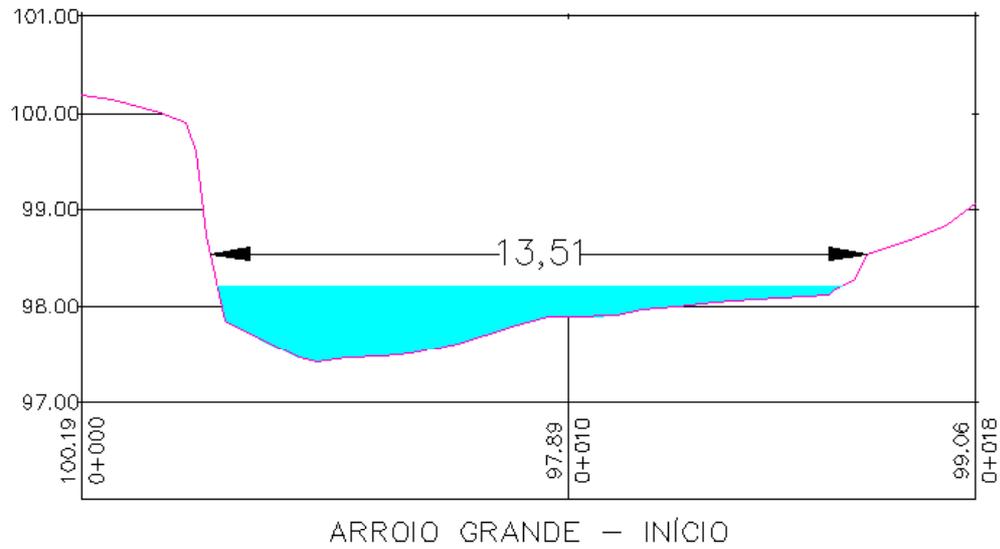
Figura 19 - Leito maior hidrológico (LMH) e Área de Preservação Permanente (APP) do Arroio Grande segundo o Antigo Código Florestal (ACF).

No trecho inicial, o levantamento da seção do Arroio Grande com Estação Total (Figura 20) proporcionou visualização correta da largura do LR do rio, visto que pela imagem de satélite a visualização ficava comprometida devido à vegetação existente.



Figura 20 - Medição do leito regular (LR) do Arroio Grande. Fonte: Arquivo pessoal.  
Data: 24/05/13.

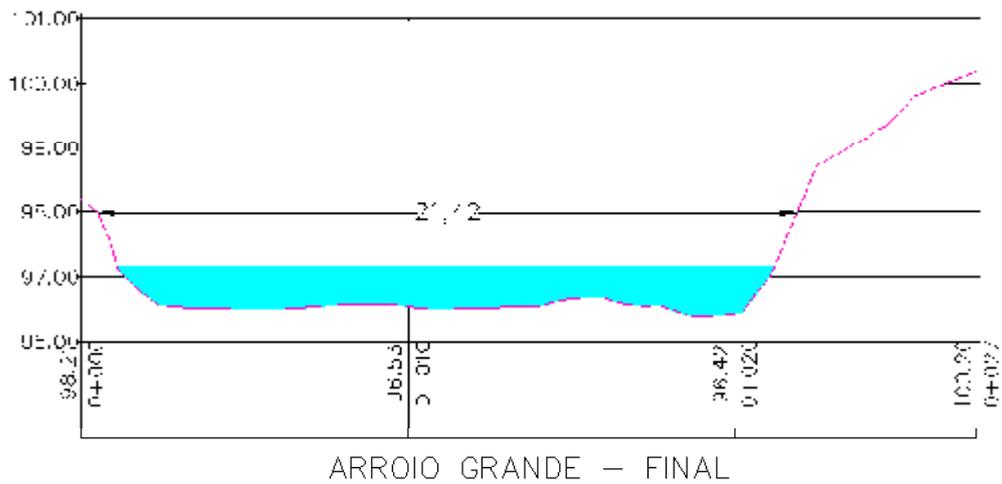
No trecho inicial do rio, foi verificada a largura de 13,51 metros da calha do LR (Figura 21).



Escala Horizontal - 1 : 200  
Escala Vertical - 1 : 100

Figura 21 - Perfil vertical levantado no início do trecho em estudo do Arroio Grande.

No trecho final do rio, foi verificada a largura de 21,42 metros da calha do LR (Figura 22).



Escala Horizontal - 1 : 300  
Escala Vertical - 1 : 150

Figura 22 - Perfil vertical levantado no final do trecho em estudo do Arroio Grande.

Com estas duas medidas, foi possível definir uma largura média maior que 10 metros e inferior a 50 metros ao longo de todo o trecho em estudo, resultando desta forma em uma faixa de APP de 50 metros a partir da calha do LR, segundo o NCF (Figura 23), considerando a finalidade de conservação ambiental dos recursos naturais. Salienta-se que se houver mato nativo nesta faixa marginal de proteção, o mesmo não poderá ser explorado.

Ressalta-se que as duas medidas foram suficientes para demonstrar o comportamento do Arroio Grande neste trecho, já que a largura do mesmo cresce uniformemente ao longo do seu percurso.

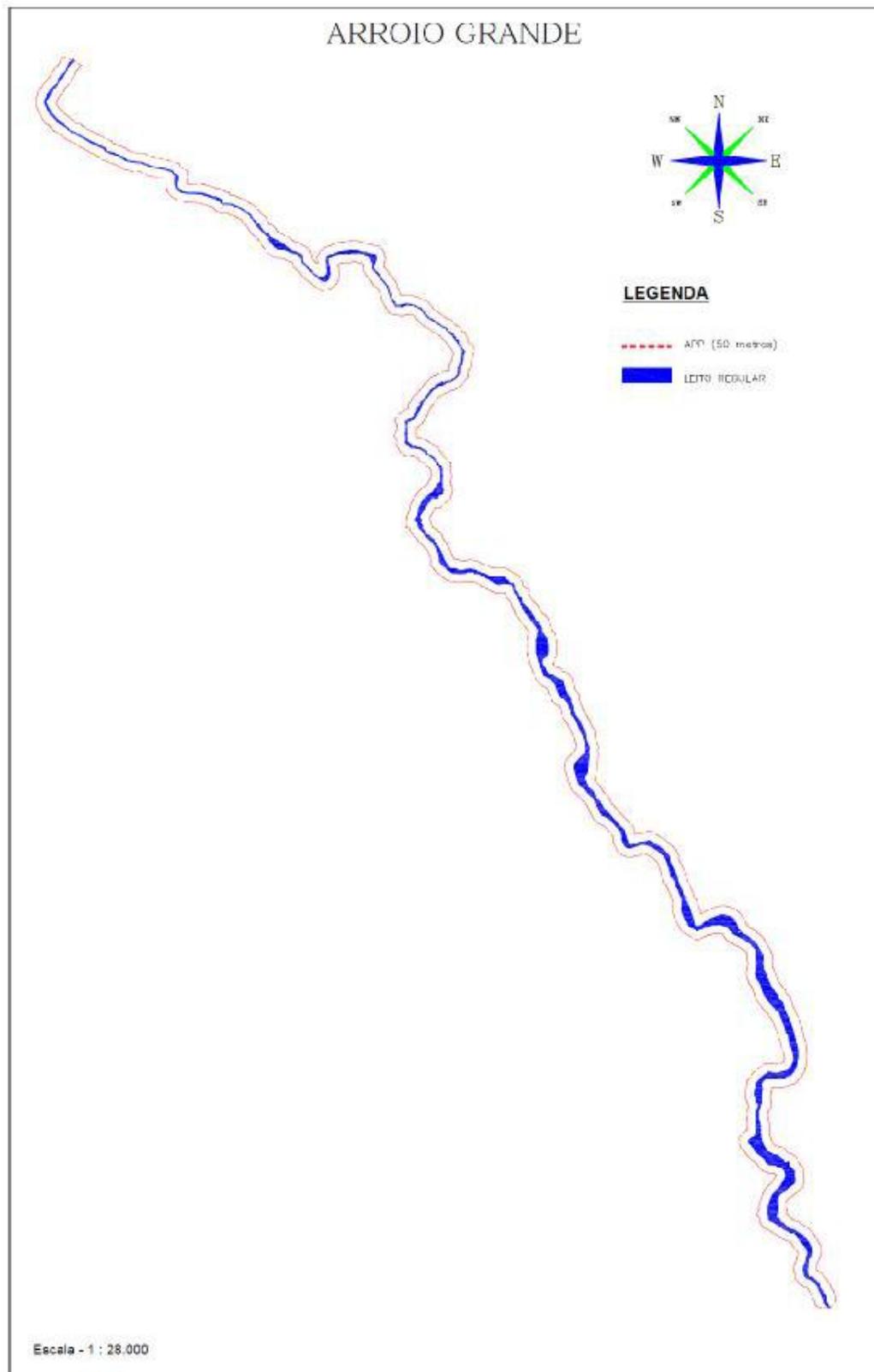


Figura 23 - Leito Regular (LR) e Área de Preservação Permanente (APP) do Arroio Grande segundo o Novo Código Florestal (NCF).

O LMH e o LR definidos para o trecho em estudo do Arroio Grande evidencia diferença entre os mesmos, ao se comparar a largura do LMH, que é maior que a largura de toda a FPP definida pelo NCF, sendo que somente a área de LMH soma 252,91 ha, mais que o dobro de toda a área de FPP demarcada pelo NCF.

Desta forma pode-se observar que ocorre grande diminuição da área a ser preservada com a APP de um curso d'água com as modificações na legislação. Ressalta-se que o que realmente mudou do ACF para o NCF não foi a largura da APP, segundo a finalidade de conservação, mas sim o ponto a partir do qual a mesma deve ser medida. A extensão da área de inundação, com tempo de retorno de 1,1 anos, no Arroio Grande, ou LMH, bem como do LR, em duas feições diferentes de relevo (encosta e várzea) pode ser visualizada na Figura 24.

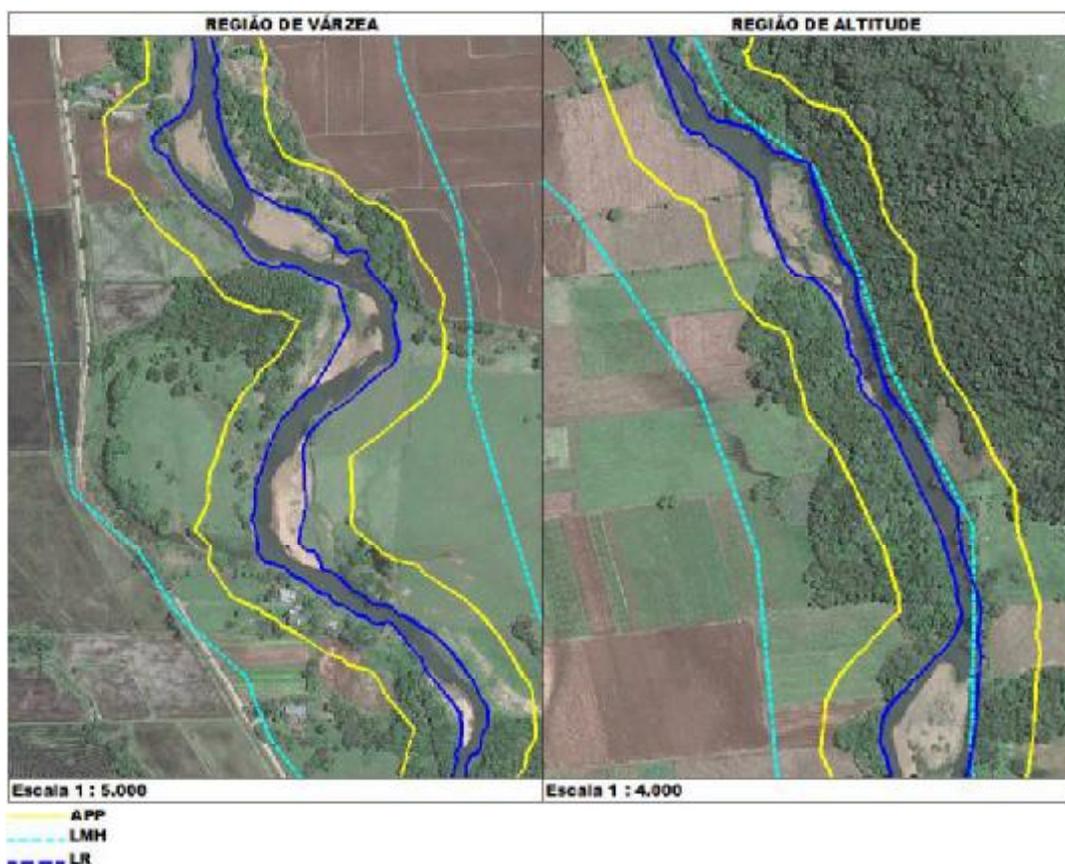


Figura 24 - Área de Preservação Permanente (APP), Leito Maior Hidrológico (LMH) e Leito Regular (LR) do Arroio Grande no início (região de altitude) e no final (região de várzea) do trecho de estudo.

## 5.2 Análise do uso do solo dentro das FPP's

Com a delimitação do LMH para o trecho do Arroio Grande e sua respectiva APP foi possível analisar o uso do solo dentro desta faixa de preservação definida.

Observa-se na Tabela 3 a descrição dos valores absolutos e percentuais de uso do solo dentro desta faixa de APP de 50 metros do ACF, bem como o uso do solo dentro do próprio LMH do Arroio Grande. A seguir, os mapas da FPP segundo o ACF, divididos em 3 (três) seções para melhor visualização dos resultados, nas figuras 25, 26 e 27.

Tabela 3 - Uso do solo dentro da Faixa de Preservação Permanente (FPP) do Arroio Grande segundo o Antigo Código Florestal (ACF).

Descrição	APP		LMH	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Mato nativo	22,48	20,7	79,58	31,5
Lavoura	61,37	56,5	108,29	42,8
Estrada	1,31	1,2	2,59	1,0
Construção	1,02	0,9	1,81	0,7
Mato implantado	3,29	3,0	5,46	2,2
Campo	13,59	12,5	41,48	16,4
Água	0,61	0,6	0,60	0,2
Inaproveitável	5,02	4,6	13,11	5,2
<b>TOTAL</b>	<b>108,67</b>	<b>100,0</b>	<b>252,91</b>	<b>100,0</b>

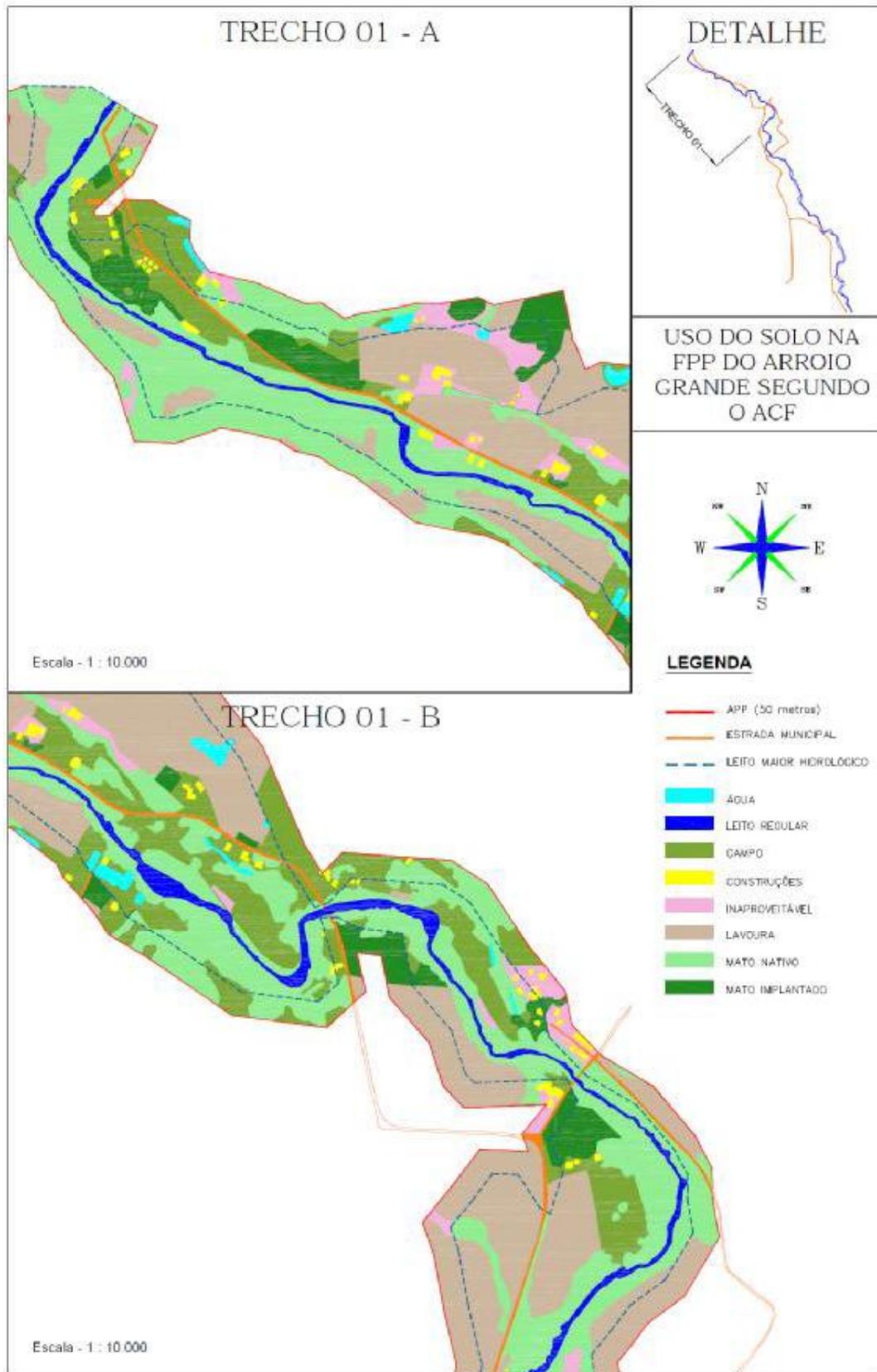


Figura 25 - Uso do solo dentro da FPP do Arroio Grande segundo o ACF.

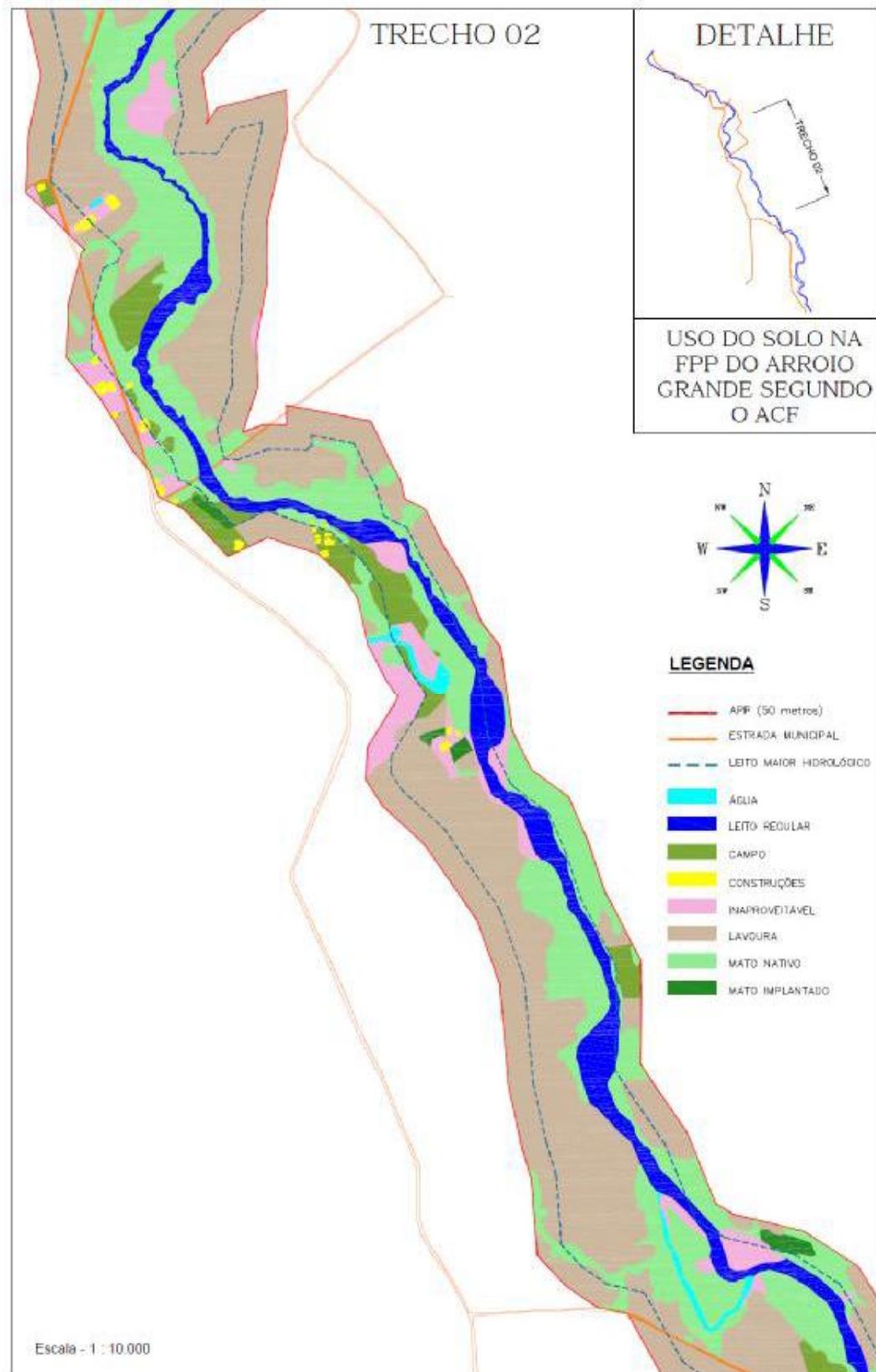


Figura 26 - Uso do solo dentro da FPP do Arroio Grande segundo o ACF.

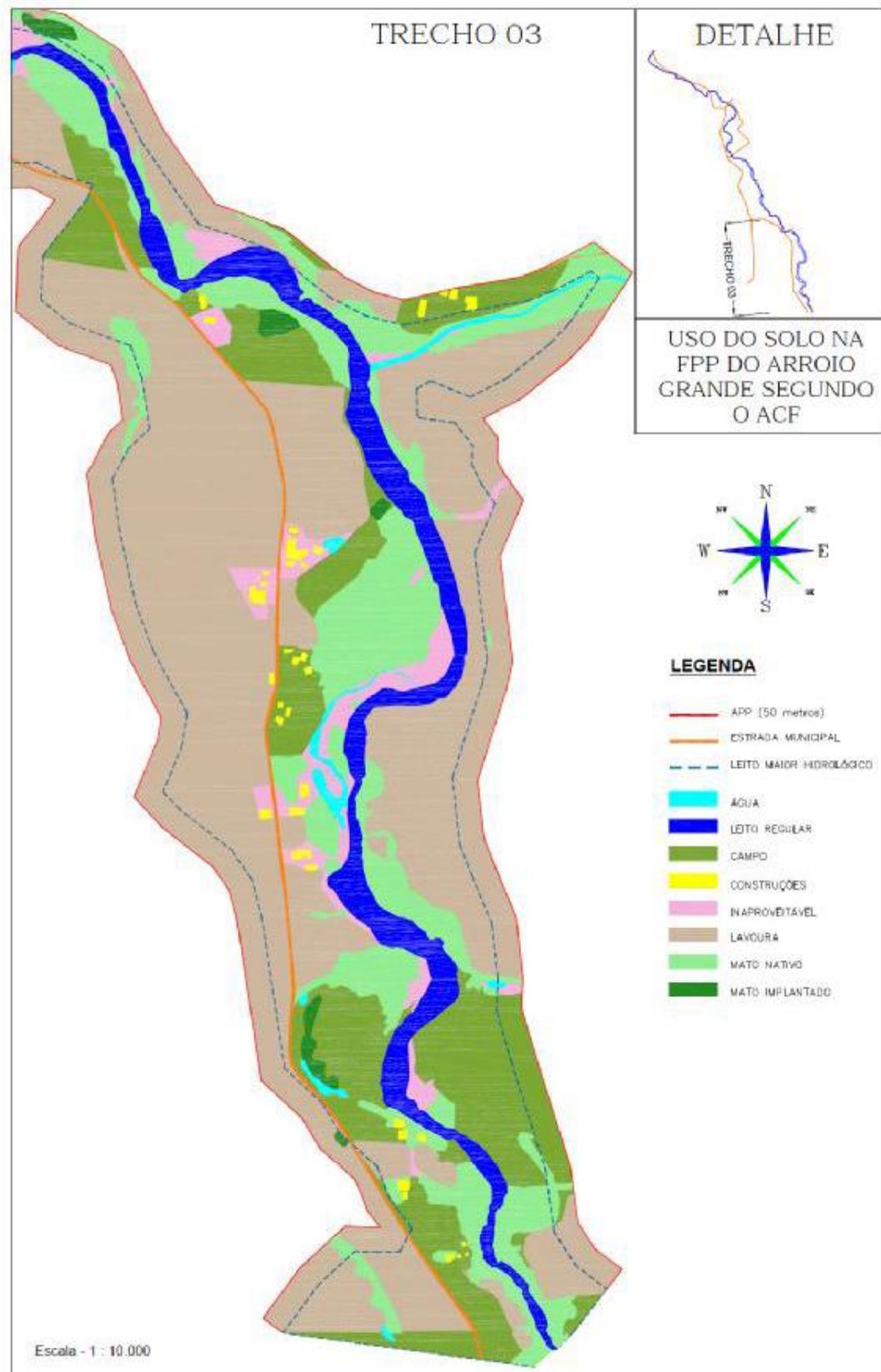


Figura 27 - Uso do solo dentro da FPP do Arroio Grande segundo o ACF.

Os mapas de APP segundo o NCF do trecho de rio em estudo, dividido em 3 (três) seções, considerando uma faixa de 50 metros a partir da borda da calha do LR, podem ser visualizados nas Figuras 28, 29 e 30.

Na

Tabela 4, pode-se visualizar o uso dado ao solo na APP do Arroio Grande.

Tabela 4 - Uso do solo dentro da Área de Preservação Permanente (APP) do Arroio Grande segundo o Novo Código Florestal (NCF).

<b>Descrição</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área (%)</b>
Mato nativo	62,52	56,6
Lavoura	21,69	19,6
Estrada	0,94	0,9
Construção	0,69	0,6
Mato implantado	2,17	2,0
Campo	14,74	13,4
Água	0,66	0,6
Inaproveitável	6,99	6,3
<b>TOTAL</b>	<b>110,40</b>	<b>100,0</b>

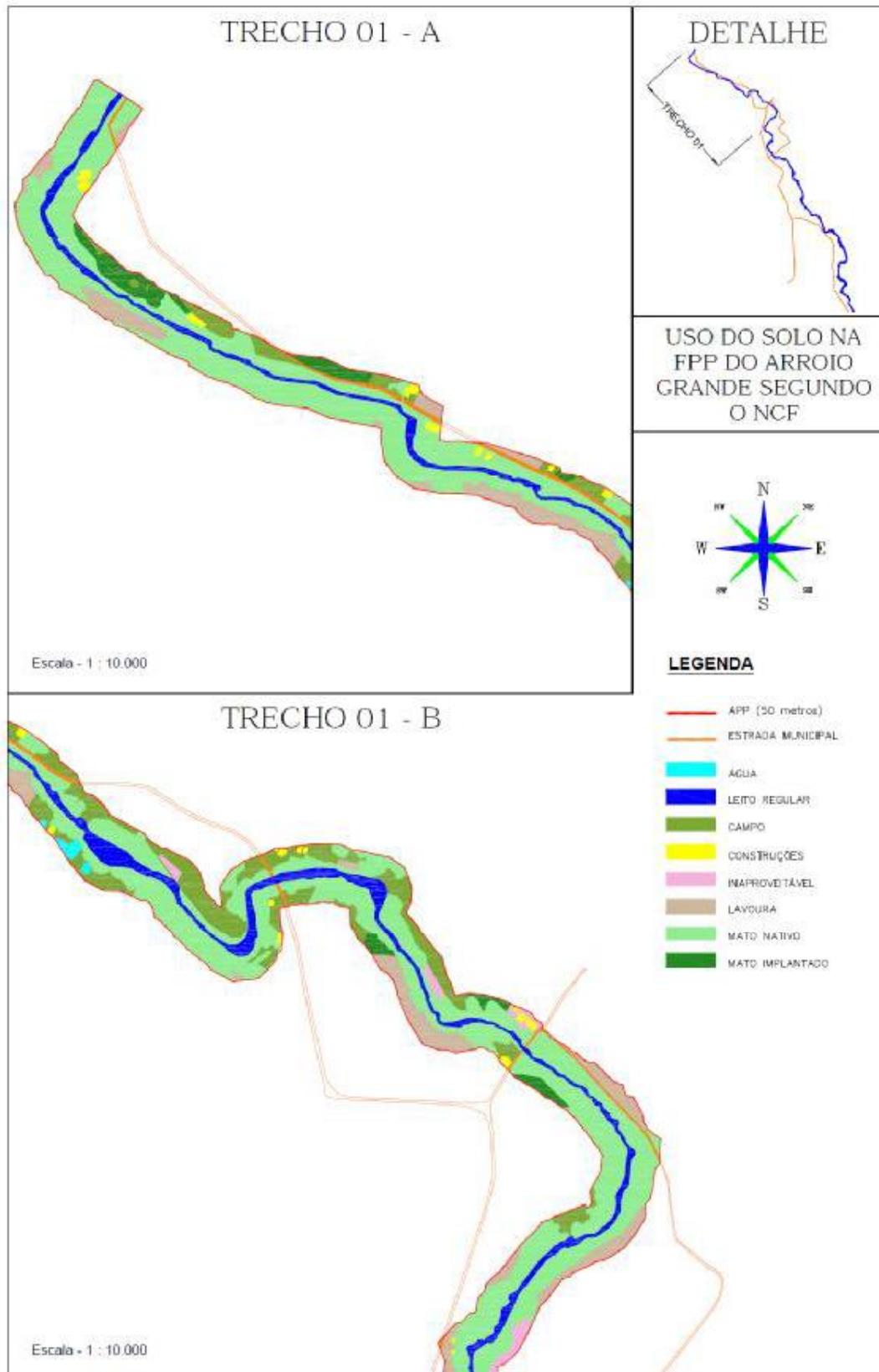


Figura 28 - Uso do solo dentro da FPP do Arroio Grande segundo o NCF.

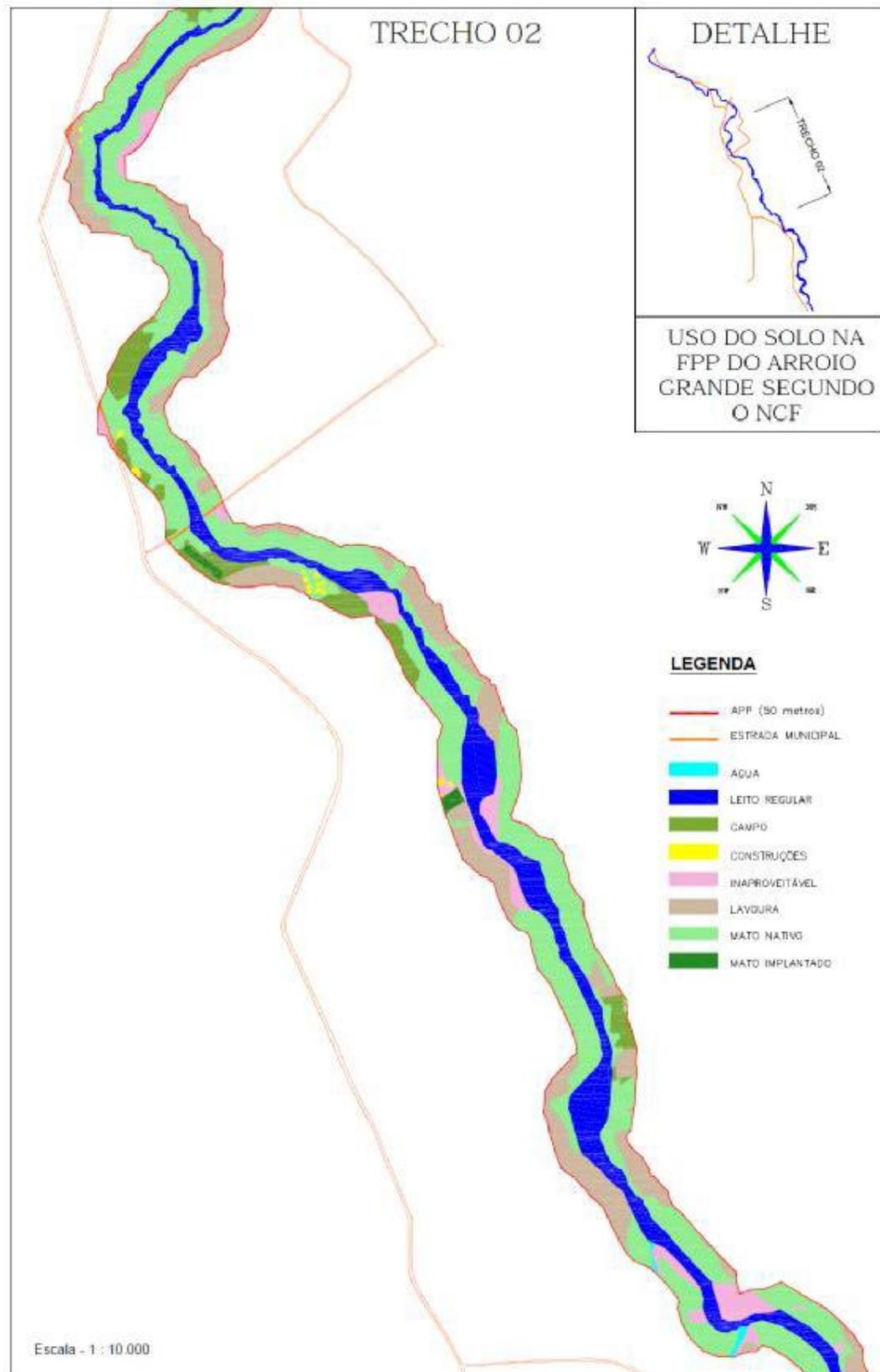


Figura 29 - Uso do solo dentro da FPP do Arroio Grande segundo o NCF.

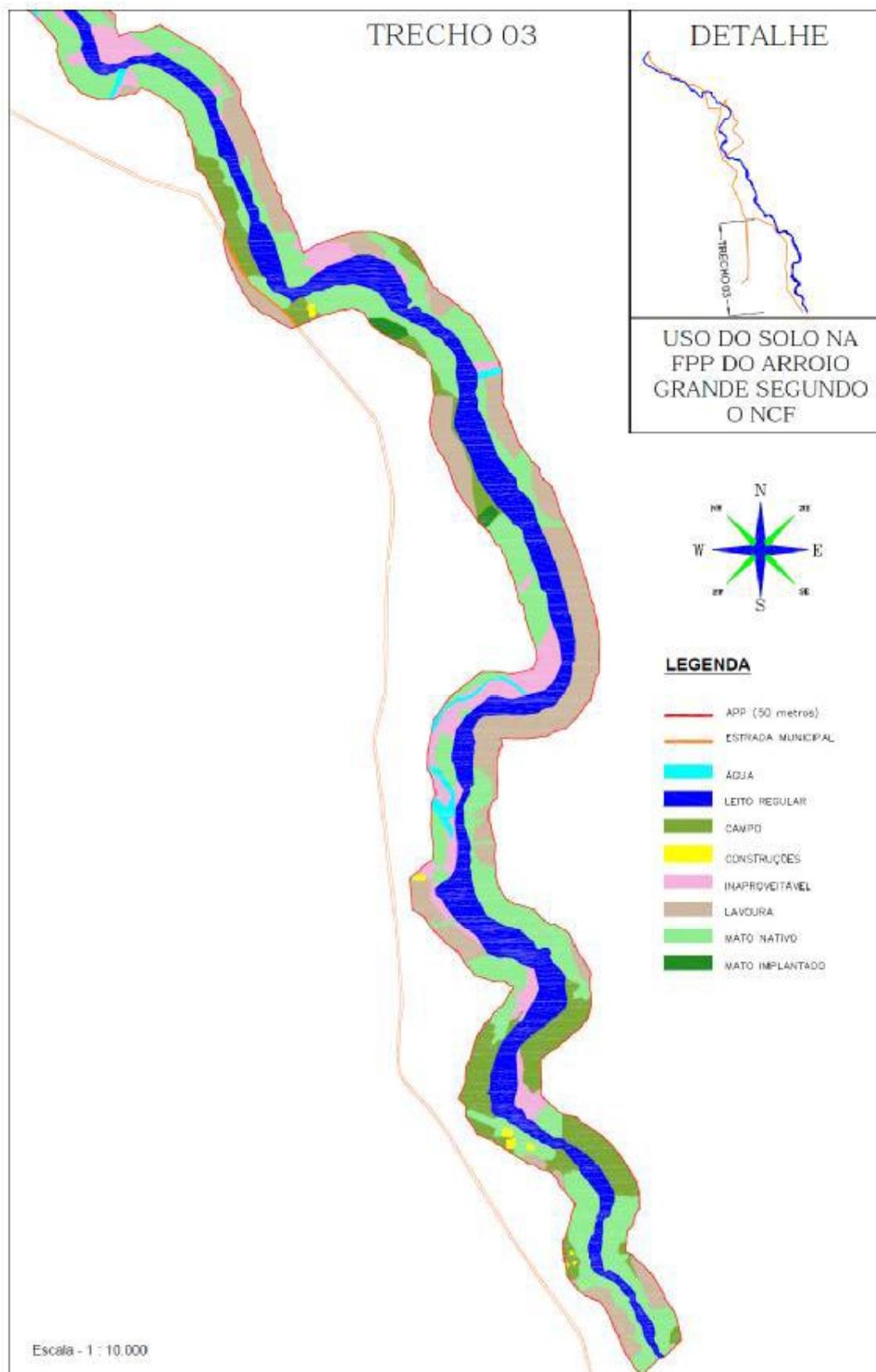


Figura 30 - Uso do solo dentro da FPP do Arroio Grande segundo o NCF.

### 5.3 Dificuldades na delimitação do LR do Arroio Grande

Para melhor visualização e entendimento dos impasses observados, os mesmos foram separados em 4 (quatro) tipologias de rio para delimitação do seu LR. A seguir, as feições observadas a partir de imagens de satélite são demonstradas, sendo que estas denominações serão adotadas na discussão destes resultados:

- a) Tipo 1: Leito regular bem delimitado: quando observado pela perspectiva do satélite, o leito do arroio é de fácil identificação. A vegetação não encobre a calha do rio, deixando visível seu LR (Figura 31), e consequentemente a delimitação da APP é feita de forma direta;



Figura 31 - Leito regular do Arroio Grande bem delimitado.

b) Tipo 2: Vegetação encobrindo o leito regular: este tipo de visualização ocorre algumas vezes no trecho analisado do Arroio Grande, sendo observado em áreas onde a vegetação ciliar é densa, ao mesmo tempo que a largura da calha do rio é pequena, e as copas aparecem interligadas. Desta forma, pela imagem, não é possível delimitar o LR (Figura 32). Neste estudo, foi realizado o levantamento do LR do rio utilizando Estação Total para determinação da APP;



Figura 32 - Leito regular do Arroio Grande encoberto pela vegetação.

c) Tipo 3: Presença de ilhas e praias fluviais: comum em cursos d'água caudalosos, ilhas fluviais ficam dentro do LR, e nesta região, são potencializadas pela erosão causada nos taludes desprotegidos (Figura 33). Estas formas fluviais são de fácil identificação pelas imagens de satélite.



Figura 33 - Leito regular do Arroio Grande com presença de ilhas fluviais.

d) Tipo 4: Presença de meandros abandonados: ocorrem quando o leito do curso d'água muda seu percurso ao longo do tempo (Figura 34). Nestes casos, deve-se definir a atual conformação do LR do curso d'água, ou seja, por onde a água corre atualmente, pois esta área de deverá receber faixa de APP, e não o leito abandonado.

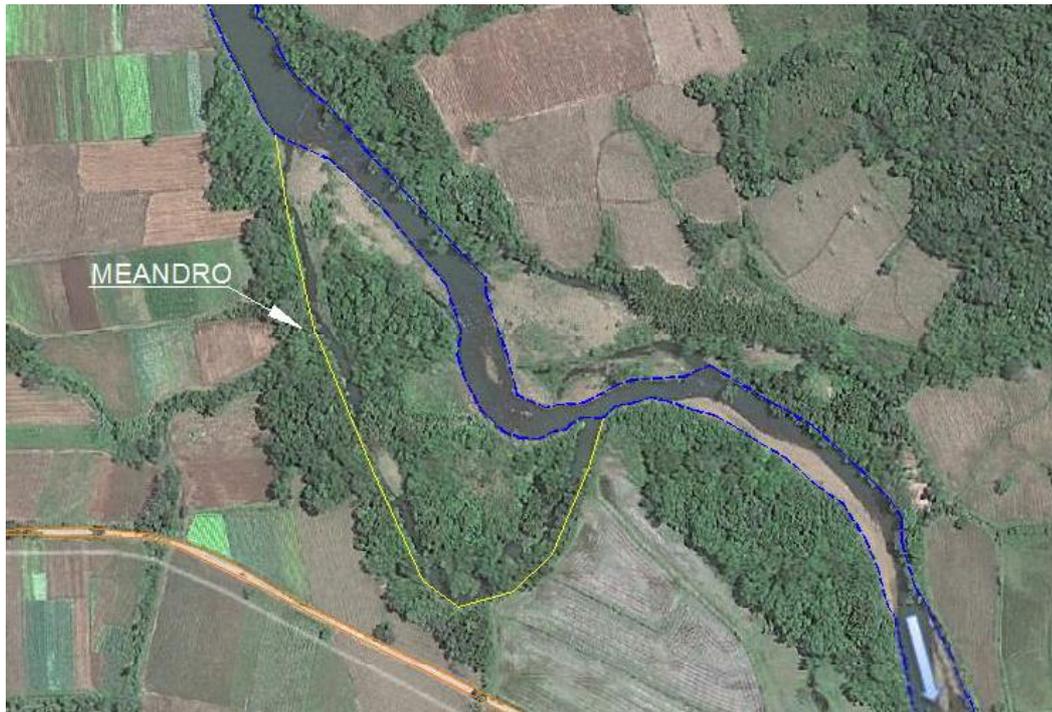


Figura 34 - Leito regular do Arroio Grande com meandro abandonado.

## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Através dos cenários obtidos com a aplicação do Código Florestal Brasileiro pode-se analisar a aplicabilidade da Lei, os impactos da mesma para a região e a funcionalidade da faixa marginal de APP frente aos seus objetivos de preservação ambiental. Também foram analisadas as dificuldades encontradas e indicadas alternativas para solução dos conflitos.

### 6.1 Delimitação das APP's no Arroio Grande pelo ACF e NCF

Observou-se que, ao mesmo tempo em que o ACF permitia maior proteção, também acarretava em um grande impacto econômico aos produtores rurais que utilizam, ilegalmente, a várzea do rio para agricultura. Em regiões de encosta, o LMH fica encaixado no lado da bacia onde o relevo é plano, onde há cultivo de arroz. Já nas regiões de várzea, o LMH abrange ambos os lados do curso d'água.

Além disso, a utilização do LMH no ACF considerava a variação do regime hidrológico de um sistema hídrico ao longo do ano, que em regiões de clima tropical, por exemplo, é muito grande, bem como a variação dos rios intermitentes, de ocorrência comum nas regiões áridas. Com a revisão do Código, este fator não é mais considerado, o que acarreta em diversos prejuízos ao ecossistema, visto que o rio perde sua área de extravasamento, e principalmente, ocorre perda de hábitat, que se sabe tratar-se da primeira causa de extinção de espécies. Marques et al. (2010), ressalta que a perda de hábitat é o principal fator de ameaça de extinção de répteis.

Qualquer diminuição na proteção da dimensão lateral dos cursos d'água pode alterar as entradas de material orgânico e inorgânico, com consequências para todo o sistema aquático (CASATTI, 2010). A perda de hábitat afeta também os peixes, que são indivíduos ectotérmicos, ou seja, incapazes de regular sua temperatura e dependem, portanto, da floresta ripária para regular a temperatura externa do ambiente e assim, ajustar a sua própria (Pusey e Arthington, 2003).

A redução de ambientes ripários, como os campos úmidos, por exemplo, provavelmente tornará ameaçadas muitas espécies de serpentes que habitam o Cerrado, que hoje não se encontram em perigo (MARQUES et al., 2010).

Sobre o ACF, as dificuldades na delimitação da FPP eram comuns, visto que o técnico deveria desenvolver uma metodologia para definição do LMH, ou nível da cheia sazonal, conforme regulava a Diretriz Técnica nº 001/2010 da FEPAM. Esta definição requeria análises acuradas e desenvolvimento de um modelo hidrológico para a bacia em estudo, o que raramente era feito. Desta forma, uma margem para erros era aberta dentro da legislação, e havia grande dificuldade na visualização a campo do limite da FPP.

Em estudo feito em trecho do rio Paraíba do Sul, Oliveira (2011) assimilou a cheia de tempo de retorno de 2 (dois) anos à uma interpretação que assume esta cheia como o LMH, requerido pelo ACF. Ao examinar a mancha de inundação, o autor observou que a mesma encontrava-se confinada na sua maior parte dentro da calha do leito menor, o que não ocorreu no trecho analisado do Arroio Grande, como demonstrado anteriormente, visto que o LMH não ficou encaixado dentro da calha do rio. Na Figura 35, observa-se a comparação do LMH e do LR com suas respectivas APP's.

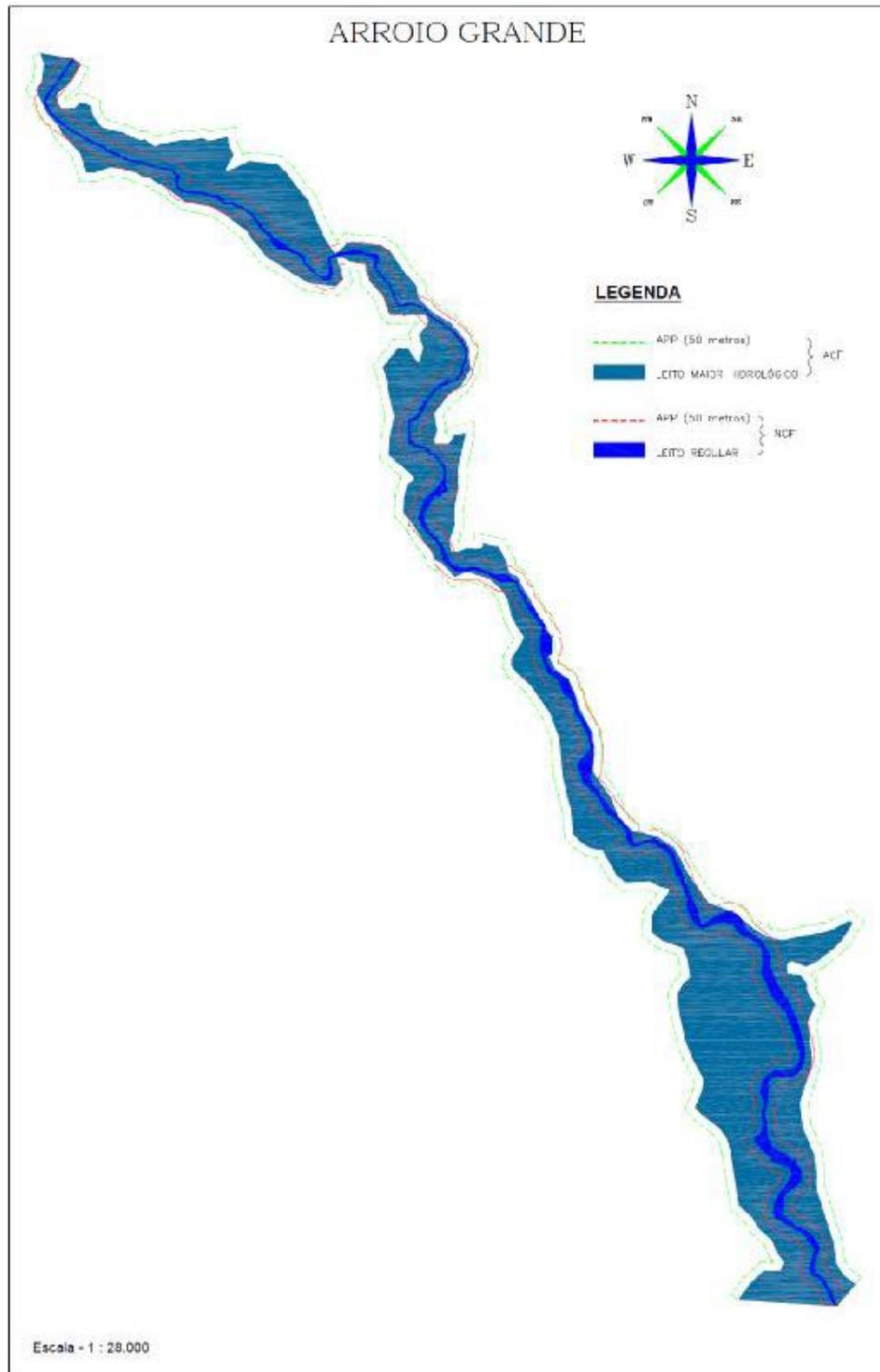


Figura 35 – Leito Maior Hidrológico (LMH), Leito Regular (LR) e Área de Preservação Permanente (APP) do Arroio Grande segundo ambas as versões do Código Florestal.

A delimitação do LR por imagens de satélite se mostrou relativamente eficiente, desde que as imagens utilizadas sejam de boa resolução e permitam real visualização da calha do rio. Ribeiro et al. (2013) destacam que imagens de satélites de alta resolução contribuem positivamente na execução de mapeamentos topográficos e temáticos. Como exemplo pode-se citar o satélite RapidEye, que forneceu as imagens compradas pelo Governo Federal para o CAR. Esta ferramenta poderá ser utilizada em estudos dirigidos à dinâmica ambiental, contemplando zonas de rios.

A demarcação do LR permitiu observar que existe grande variação na paisagem entre o início e o final do trecho analisado. Durlo e Sutili (2012) esclarecem que, frequentemente, um mesmo curso de água pode apresentar comportamento torrencial de montanha e de planície em diferentes trechos de seu curso.

Isto pode ser confirmado comparando também a diferença entre o LMH e o LR do Arroio Grande, pois se verificou que o comportamento desta relação é diferente conforme a morfologia do rio. No início do trecho (01), onde o relevo é característico de altitude, o LR fica bem encaixado e possui largura menor, em relação ao LMH, que ocupa uma área maior, desta forma, com o NCF, estes locais perderam grande área que anteriormente era protegida. No trecho intermediário (02) observou-se a menor diferença entre a área de LR e LMH, sendo que no final do trecho (03), onde o relevo é de planície, a perda de área protegida voltou a ser maior, visto que a área alagada pelo LMH é grande, e ocupa as áreas de várzea existentes.

Tabela 5 - Área da Faixa de Proteção Permanente (FPP) segundo o Antigo (ACF) e o Novo Código Florestal (NCF).

Arroio Grande	ACF (ha)	NCF (ha)	Perda de área protegida (%)
Trecho 01	75,85	3,58	95,28
Trecho 02	56,86	8,37	85,28
Trecho 03	120,20	11,10	90,76
APP (50 metros)	108,67	110,40	-
TOTAL	361,58	133,45	63,09

Embora as regras para fins de conservação se mantiveram inalteradas após a revisão do Código Florestal, as regras de recomposição se tornaram bastante complexas. Primeiro, porque a recuperação do passivo de APP de curso d'água passou a usar uma regra conhecida como "escadinha", na qual a faixa a ser recuperada depende, além da largura do rio, do tamanho do módulo fiscal, que varia para cada município (SOARES-FILHO, 2013). Este fator dificulta o estudo e a análise da FPP em uma bacia, visto que necessita-se do conhecimento fiel do tamanho de cada propriedade (registrado na matrícula do imóvel) situada ao longo do rio, e dependendo ainda do município, a faixa de APP com fins de recuperação será diferente.

Além disso, segundo o NCF, se admite computar as APP's na determinação do percentual da Reserva Legal, desde que o imóvel esteja incluído no CAR. Soares et al. (2011) em estudo realizado em Viçosa - MG observaram que a ausência de mapas contendo os limites das APP's dificulta, ou até impede, o agricultor de cumprir o Código Florestal, que na época do estudo tinha vigente o ACF, bem como dificulta o trabalho dos órgãos fiscalizadores.

Destaca-se a diferenciação apresentada no NCF para áreas que necessitam recomposição. Nestes casos, a largura mínima de APP é menor, estimulando o proprietário a efetuar a recuperação, o que não acontecia pelo Código anterior, onde as áreas ribeirinhas, conservadas ou não, deveriam ser recuperadas por no mínimo 30 metros de largura, o que muitas vezes era visto como prejuízo, sendo desta forma não respeitado por parte dos proprietários. O acesso a um meio ambiente ecologicamente equilibrado se tornou um direito humano básico, portanto a normatização dos temas ambientais é tema fundamental para a sociedade (LORENZETTI, 2012).

Considerando a menor faixa de APP citada no NCF, que é a recomposição de 5 metros de faixa ciliar, contados a partir da borda da calha do LR independentemente da largura do curso d'água, para propriedades com até 1 (um) módulo fiscal, o ganho ambiental para a sociedade é maior do que a não aplicação do ACF, que previa um mínimo de 30 metros, independente do tamanho da propriedade. Para a área em estudo, um total de 2,43 ha de área de faixa ciliar não vegetada, ou seja, ocupada por lavouras ou outras atividades, seriam recompostos.

Ressalta-se desta forma a importância da implementação prática do Código Florestal Brasileiro, para que os benefícios obtidos com a eficiência da lei comecem a ser visualizados. Espera-se que ocorra uma potencialização na capacidade de gestão das entidades públicas, assim como a participação da sociedade promovendo a defesa das áreas protegidas, como as APP's. Além disso, a implementação prática facilita o entendimento da população ribeirinha sobre a demarcação da APP, do início desta a partir da borda do rio (OLIVEIRA, 2011).

Sobre os 50 metros delimitados pela APP, Silva (2003), que classificou as funções da mata ciliar em nove itens e definiu as larguras ideais para que estas funções sejam cumpridas, diz que, se fosse restabelecida a vegetação ao longo dos 50 metros de APP, a mesma cumpriria algumas de suas principais funções ambientais, como estabilização de taludes, hábitat de peixes, remoção de nutrientes e controle de sedimentos do rio.

## **6.2 Análise do uso do solo dentro das FPP's**

Salienta-se o alto percentual de lavouras existente dentro da faixa antiga de APP (56,5%), com apenas 20,7% de uso do solo formado por florestas nativas. Isto comprova que o ACF não era respeitado pelos proprietários rurais, e a sua aplicação acarretaria em grande impacto econômico, referente à diminuição da produção.

Em estudo realizado em municípios da região central do RS, Pedron et al. (2006) observaram que estes municípios deveriam utilizar as ferramentas disponíveis para o planejamento territorial, sabendo que as informações do mapa de aptidão agrícola deveriam ser cruzadas com as do mapa de APP.

Ao implantarem as APP's indicadas pelo ACF em propriedades do município de Luís Alves (SC), Kluck et al. (2011) concluíram que o cumprimento da legislação gerava impacto significativo nas propriedades rurais analisadas, a ponto de inviabilizá-las na forma atual de produção, sendo mais crítica essa questão quanto menor era a área da propriedade. Além disso, os autores observaram que todas as propriedades analisadas apresentavam conflito de uso do solo nas APP's.

Em relação à área de mato implantado com espécies exóticas, salienta-se que este tipo de atividade é comum na região, sendo observado nas visitas a campo

que muitos proprietários optam por implantar a silvicultura em locais onde não é possível cultivar lavouras anuais. Sobre a silvicultura com espécies exóticas, Rosa et al. (2010), em estudo sobre APP's realizado em São Francisco de Paula, concluíram que o principal impacto causado por esta atividade dentro de áreas de preservação refere-se a sua capacidade de modificar ecossistemas através de invasões biológicas, consideradas uma das maiores ameaças à biodiversidade mundial, juntamente com a destruição de habitats e a exploração humana direta. Por outro lado, este tipo de atividade também auxilia na formação de corredores ecológicos, auxiliando no trânsito de animais que habitam o ecossistema.

No trecho a jusante do rio, onde há predominância de feições de várzea, observou-se grande área de lavouras anuais na FPP demarcada pelo NCF, principalmente da cultura do arroz. Santos (2005) afirma que a fonte de água mais utilizada na irrigação de lavouras de arroz na bacia do Arroio Grande é o próprio rio. O autor observou que a aplicação da legislação ambiental poderia reduzir a renda do produtor de arroz na bacia do Arroio Grande, sendo essa redução proporcional à redução da área plantada.

De um total de 110,4 ha de APP demarcada pelo NCF, 56,6% é formado por mato nativo, percentual relativamente alto, o que se deve ao fato da área a montante da bacia ter a paisagem bastante preservada. Este valor é exatamente o mesmo percentual de lavouras encontrado na faixa de APP delimitada pelo ACF, sugerindo que a nova legislação pode ter trazido menos interferência nas atividades antrópicas implantadas na bacia e maior proteção da vegetação arbórea existente.

Este aspecto pôde ser visualizado na análise do mapa de APP, visto que há uma área de 21,69 ha de lavouras dentro da APP de 50 metros do rio, segundo o NCF. Como citado anteriormente, o IRGA informa que na última safra a produtividade média do arroz foi de 7.433 quilos por hectare. Desta forma, haveria uma redução de 161.221,77 kg de arroz produzido na área em estudo, e com o fardo de 60 kg do arroz cotado a uma média de \$ 34.00, isto representa um total de \$ 91.359,00 reais na economia da região.

O uso e ocupação do solo nas zonas ripárias de seis bacias hidrográficas de pequeno e grande porte situadas na parte superior da bacia do rio Itajaí (SC) foi estudada por Pinheiro et al. (2011), onde os mesmos observaram que as APP's ao longo dos cursos de água eram intensivamente usadas pela agricultura,

apresentando uma cobertura florestal deficitária, necessitando de ações urgentes de recuperação, ou seja, o código florestal não vinha sendo cumprido.

Os principais conflitos de uso da terra em São João do Polêsnie, município da depressão central do RS, estão relacionados com áreas ciliares (PEDRON et al., 2006). Segundo os autores, a vegetação ciliar, principalmente junto ao rio Soturno, foi parcialmente destruída, e estas áreas são utilizadas no processo produtivo, como lavouras de arroz, mesmo sabendo que parte dessa área é APP. O cruzamento do mapa de aptidão agrícola das terras e o mapa de APP de São João do Polêsnie mostrou que 58% do total das APP's deste município estão sendo utilizadas ilegalmente, sob a forma de lavouras e pastagens, percentual muito maior que o observado no Arroio Grande, concluindo desta forma que na bacia em estudo a ilegalidade é menor.

Na foz do Arroio Manoel Alves, junto ao Arroio Grande, é possível verificar a situação crítica dos taludes do rio (Figura 36). Observa-se que não há vegetação ciliar e nenhum tipo de proteção ao talude.



Figura 36 - Foz do Arroio Manoel Alves no Arroio Grande. Fonte: Arquivo pessoal.  
Data: 17/05/13.

Os desmoronamentos de taludes têm origens distintas, dependente de diversos fatores como condição do solo, uso da superfície (retirada de vegetação, por exemplo) e composição das forças hidrodinâmicas, como direção e velocidade (BERNÁL, 2013).

Em estudo realizado no Rio Araguaia, Bayer e Carvalho (2008) observaram que a intensificação dos processos erosivos sofridos na alta bacia promove um incremento no fornecimento de sedimento para o canal do rio. Para os autores, a presença de bancos sedimentares permite a migração lateral do canal principal a partir da destruição das margens e remobilização de materiais. Desta forma, o assoreamento desses canais secundários se dá a partir do incremento lateral de bancos de areia e deposição no eixo do canal dos materiais mais grosseiros, remobilizados a cada período de enchentes. O avanço da vegetação das margens fixa os corpos de areia, promovendo o afogamento desses canais menores, podendo modificar a morfologia do canal em pouco tempo.

Em trabalho similar, Campos e Matias (2012) verificaram que ações isoladas do poder público na recuperação de APP's são insuficientes para reverter um quadro geral de degradação, sugerindo desta forma campanhas de conscientização da população sobre o que são as APP's e a função delas para manutenção de um meio ambiente equilibrado. Estes autores evidenciam que, de posse do mapeamento das APP's de um município, o poder público deve tomar uma posição ativa de fiscalização, impedindo desta forma que novas áreas sejam degradadas e visando a recuperação das áreas indevidamente ocupadas.

Apesar do avanço da legislação ambiental e dos mecanismos possíveis de serem empregados para evitar maiores danos ao meio ambiente, em algum momento medidas mais radicais e onerosas terão de ser tomadas com relação ao ordenamento do território (OLIVEIRA et al., 2007).

É comum em regiões agrícolas do Brasil se observar corpos d'água com sinais de degradação como assoreamento, desbarrancamento de margens e redução de suas vazões (SALEMI et al., 2011). Em situações críticas de assoreamento, o leito do canal fica coberto por sedimentos finos, o volume de habitat e o fluxo de água estão notadamente reduzidos, gerando condições favoráveis ao estabelecimento de macrófitas aquáticas enraizadas emersas e, neste

cenário, a ictiofauna nativa é dominada por espécies acidentais, oportunistas e com habilidade para consumir detritos orgânicos (ROCHA et al., 2009).

A estabilidade das margens de um curso d'água está condicionada às características geomorfológicas do terreno marginal, à ocupação destas terras, ao regime hídrico e ao processo hidrodinâmico da sua calha, sendo que a ação antrópica tem grande influência no processo de desestabilização destas margens, uma vez que as atividades humanas tendem a ser impactantes negativas (BERNÁL, 2013).

As limitações da análise de ambas as versões do Código Florestal são muitas, como a ausência de um registro cartográfico unificado da malha fundiária nacional, mapas em escala de detalhe da rede de drenagem, registro das larguras dos rios e de uma base integrada por todos os biomas dos remanescentes de vegetação nativa nos seus vários estágios de conservação e regeneração. Devido à largura mínima das APP's ser de 30 metros no âmbito de conservação, enfatiza-se a necessidade de uma base integrada com acurácia cartográfica igual ou superior a 15 metros, ou seja, na escala 1:50.000 ou maior (SOARES-FILHO, 2013).

Além disso, a recuperação de faixas ciliares deve ocorrer no contexto do manejo integrado de microbacias hidrográficas, ressaltando que não se deve restringir apenas à recuperação da mata ciliar, mas sim ao manejo da bacia hidrográfica como um todo (SALEMI et al., 2011).

Salienta-se as áreas de mato nativo na APP do Arroio Grande, com um total de 56,6% do trecho estudado coberto por vegetação nativa, facilitando a formação de corredores ecológicos. Na face montante do trecho analisado está a maior porcentagem de vegetação arbórea nativa, principalmente devido ao fato de serem áreas mais declivosas, onde as atividades agrícolas se tornam mais onerosas. Analisando a distribuição espacial das APP's delimitadas para a sub-bacia hidrográfica do rio Camapuã/Brumado, Gonçalves et al. (2012) também perceberam a formação natural de corredores ecológicos, conectando os fragmentos florestais remanescentes na bacia, reafirmando desta forma a eficiência da legislação ambiental, quando aplicada.

Toda paisagem deveria manter corredores ripários, dado os seus benefícios para a conservação das espécies, e a largura destes corredores vegetados interfere na qualidade do hábitat protegido, regulando desta forma o total de área impactado por efeitos de perturbação de borda e modificações microclimáticas (METZGER,

2010). Entre os efeitos de borda, o autor cita o aumento da luminosidade e do ressecamento do ar e do solo, maior incidência de espécies invasoras e perturbações ocasionais, como rajadas de vento e queimadas. Metzger (2010) citou ainda que o conhecimento científico obtido até então permitia sustentar os valores indicados no ACF em relação à extensão das APP's, e também indicava a necessidade de expansão dos limiões mínimos para pelo menos 50 metros de cada lado do rio, independente do bioma, grupo taxonômico, solo ou tipo de topografia.

O Estado e a população em geral dependem dos proprietários rurais para a conservação dos cursos d'água, e que deveria ser oferecido algo em troca por isso (DURLO et al., 2010). Um ponto importante a ser considerado em relação à manutenção das áreas vegetadas é relacionado ao carbono florestal. Soares-filho (2013) enfatiza a necessidade de valorização da recomposição e conservação ambiental efetuada nas propriedades rurais através do pagamento pelos serviços prestados à sociedade. Segundo este autor, estima-se que os remanescentes florestais brasileiros armazenem cerca de 67 bilhões de toneladas de carbono, e conhecendo os esforços mundiais para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e contenção do efeito estufa, esse número exalta a importância da preservação destas áreas, impedindo que este CO<sub>2</sub> seja emitido para a atmosfera, destacando ainda o papel dessas áreas em sequestrar CO<sub>2</sub> da atmosfera.

Apesar de se conhecer benefícios ambientais produzidos ao longo do tempo com a definição de APP's, esta implementação tem consequências econômicas e sociais negativas nas propriedades agrícolas em curto prazo, o que justificaria uma valoração financeira pelo benefício ambiental proporcionado a toda a sociedade, de forma que o produtor rural não fosse excluído do processo produtivo (KLUCK et al., 2011).

Desta forma, através da análise das modificações no Código, observou-se que o maior desafio da legislação atual é a sua efetiva implantação dentro das propriedades rurais, sendo que a modificação na medição da largura do rio veio a facilitar este fator, buscando assim que a legislação alcance seus objetivos de preservação do ecossistema ribeirinho.

### 6.3 Dificuldades da delimitação do LR do Arroio Grande

A delimitação da APP por imagens de satélite é facilmente interpretada quando o LR está visível (Tipo 1), isto ocorre porque o rio aparece encaixado na sua calha, mesmo estando em um nível mais alto, por exemplo. Por outro lado, quando o leito fica encoberto pela vegetação (Tipo 2), é usual utilizar os dados observados antes e depois deste trecho, isto quando não há possibilidade de vistoria à área.

Em diversos pontos do Arroio Grande verifica-se a presença de ilhas fluviais (Tipo 3), como mostra a Figura 37, sendo que as mesmas fazem parte do LR do rio.



Figura 37 - Presença de ilhas fluviais no leito do Arroio Grande. Fonte: Arquivo pessoal. Data: 10/05/13.

Os meandros abandonados (Tipo 4) não fazem parte do LR do rio que é passível de APP (Figura 38). Ao longo do Arroio Grande, são encontrados alguns pontos com essa conformação, na parte jusante do rio, onde a paisagem de várzea

é preponderante. Sem sua proteção, pode-se perder importante hábitat ao não considerar o meandro, especialmente se ainda for área úmida.



Figura 38 - Meandro abandonado do Arroio Grande. Fonte: Arquivo pessoal. Data: 10/05/13.

A migração dos canais meandantes ocorre pelo processo contínuo de escavação na margem côncava e deposição na margem convexa (ZANCOPÉ et al., 2009). Os autores explicam que a dinâmica remobilização dos materiais constituintes das margens promove a migração das curvas meândricas, ou seja, o deslocamento da curva sobre o eixo meândrico, e desta forma as mudanças na forma do perfil longitudinal de um rio levam este a se ajustar na busca de um novo equilíbrio, seja entalhando o talvegue, seja promovendo agradação.

O NCF não considera a proteção de meandros abandonados. A maioria destes meandros que costuma formar lagos naturais, que passam a ser protegidos pelo NCF em seu Item II, que cita APP para “Áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais”, desde que possuam tamanho superior a 1 ha, como diz a Lei nº 12.727 (2012) dispensa o estabelecimento das faixas de APP no entorno das acumulações

naturais ou artificiais de água com superfície inferior a 1 (um) hectare, vedada nova supressão de vegetação nativa.

Ainda, os meandros abandonados podem adquirir características de banhados. Banhados são áreas alagadas permanente ou temporariamente, conhecidos também como brejos (OLIVEIRA et al., 2007). Estes ambientes apresentam características comuns como a presença de água rasa ou solo saturado, acúmulo de material orgânico proveniente da vegetação e a presença de plantas e animais adaptados à vida aquática (OLIVEIRA et al., 2007). Segundo o NCF, Art. 6 item IX, deve-se “proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional” (incluído pela Lei nº 12.727, de 2012), sendo que esta mesma define como áreas úmidas “pantaneais e superfícies terrestres cobertas de forma periódica pela água, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação”.

Rios maduros, que percorrem planícies e que já atingiram o seu nível de base, normalmente apresentam um curso sinuoso com presença de meandros, sendo comum a presença de lagos ao longo destes rios (ESTEVEZ, 1998). Segundo o autor, estes lagos são formados através do isolamento de meandros por processos de erosão e sedimentação das margens. Este isolamento acaba então mudando o curso do rio, deixando parte do leito isolado e, desta forma, abandonado pelas águas do canal.

Faz-se necessário elaborar tipologias de rios e se integrar as informações em um banco de dados único, que possa ser acessado por diferentes setores da sociedade (VASCONCELOS e SCHWARZBOLD, 2010). Os autores também destacam a necessidade de gerência sobre os recursos hídricos torna indispensável o uso de mecanismos de caracterização dos cursos d'água, a fim de organizar as políticas públicas que regulamentam este tema.

A demarcação das APP's dos cursos d'água de uma bacia localizada em São Paulo foi realizada por Campos e Matias (2012), utilizando-se cartas topográficas em escala 1:10.000, sendo que não foi possível delimitar a APP dos rios porque a maioria deles está representada por linhas simples nas cartas, inviabilizando a identificação da largura dos mesmos. Dessa forma os autores mediram as larguras com auxílio dos satélites do programa Google Earth<sup>®</sup>, através de imagens de satélite, metodologia semelhante à utilizada neste estudo.

Através da análise da discussão dos resultados, observou-se que a legislação a ser aplicada com o NCF carece de muitos estudos técnicos para que sua efetividade seja confirmada, bem como os benefícios propostos. Ferraz (2012) comenta que muitos cientistas de instituições de pesquisa não são ativamente envolvidos nos estudos de licenciamento, e desta forma não são consultados na formulação das orientações técnicas que são utilizadas nas legislações, sabendo que os mesmos poderiam contribuir com seu conhecimento em processos públicos de decisão e, com incentivos adequados, teriam como retorno progresso profissional.

## 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Ao longo do trecho analisado do Arroio Grande, segundo o Código Florestal Brasileiro, deve-se manter 50 metros de APP a partir da calha do leito regular do Arroio Grande para que as finalidades de preservação sejam alcançadas, como formação de corredores ecológicos, pois o fragmento florestal é o principal mantenedor da ecologia destas áreas.

Sugere-se considerar como LR a calha delimitada do rio, incluídas as praias fluviais e ilhas fluviais.

O banco de imagens oferecido pelo Governo Federal através do CAR é uma informação importante de apoio aos órgãos fiscalizadores. O CAR possibilitará um maior controle sobre o cumprimento do NCF, além de auxiliar no alcance das metas internacionais de manutenção de vegetação nativa. Mesmo assim, as imagens de satélite não devem ser a única alternativa para determinação da APP de cursos d'água, visto que em muitos locais a vegetação encobre o leito do rio, devendo ser realizadas visitas in loco para melhor visualização do terreno.

Sobre as APP's do Arroio Grande destaca-se que 22,2% das áreas que deveriam estar protegidas de acordo com o NCF estão em uso inadequado (lavouras, construções e mato implantado), comprometendo o equilíbrio da bacia. Pelo ACF, a área em uso inadequado chegava a 50,1%.

A modificação do início da faixa de APP do LMH para o LR trouxe grande perda de área protegida, pois a área entre os mesmos não é mais considerada como parte da calha do rio. Além disso, a largura das faixas de APP também pode ser manuseada conforme o tamanho da propriedade, o que causa instabilidade e variação da faixa protegida, podendo acarretar em perda da sua funcionalidade.

Apesar disso, a alteração do Código Florestal tornou a sua aplicação mais objetiva, considerando que o NCF constitui-se de um instrumento que pode ser efetivamente aplicado e fiscalizado, diferentemente do ACF, que era baseado na delimitação do LMH, o que, muitas vezes, dificultava sua aplicação.

Outra grande contribuição do NCF foi permitir aos proprietários a adequação das áreas degradadas em uma faixa menor de preservação, já que na maioria das vezes o antigo Código não era respeitado justamente pela área de proteção ser

extensa e invariável. Desta forma, com a atualização da lei, as áreas que não eram protegidas podem ser adequadas, mesmo que em uma faixa de proteção menor.

Espera-se desta forma que o NCF seja aplicado em todas as propriedades para ambas as finalidades propostas em seu texto, de preservação e recuperação ambiental, com conscientização dos proprietários da importância da proteção das faixas ribeirinhas para a manutenção da estabilidade do sistema, ou recuperação da mesma. Além disso, que haja intensa fiscalização dos órgãos responsáveis dentro das propriedades rurais para avaliar a correta interpretação da lei.

A aplicação, não só do Código Florestal, mas de toda a legislação ambiental brasileira, ainda é tema de muitas discussões e abre um extenso campo de estudo. Para que todos os questionamentos sejam respondidos, recomenda-se aos cientistas maior empenho na realização de pesquisas referentes a este tema, como por exemplo, a análise da redução da área de FPP, verificando se este fator causa impactos significativos no sistema ribeirinho, como por exemplo, em relação à perda de hábitat da fauna existente nestes locais.

Outro tema que pode ser analisado é a verificação do efetivo ganho em áreas de produção com a modificação das regras de APP, e se esta área produzida compensa a perda ambiental existente. Ainda, a aplicação do Código em bacias, com informação das matrículas das propriedades, para verificação da extensão das APP's e verificação da existência, ou não, de uma faixa de proteção irregular.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. M. **Vegetação e mecanismos de regeneração em fragmento de Floresta Estacional Decidual Ripária, Cachoeira do Sul, RS, Brasil.** 2002. 172 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

ARAÚJO, R. **O Código Florestal e as faixas marginais de proteção de rios, lagos, lagoas e reservatórios d'água.** 2012. 37 p. Especialização (Direito Ambiental)-Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2012.

BAYER, M.; CARVALHO, T. M. de. **Processos morfológicos e sedimentos no canal do Rio Araguaia.** REA – Revista de estudos ambientais v. 10, n. 2, p. 24-31, jul./dez. 2008.

BERNÁL, F. H. **Determinação de parâmetros para avaliação da estabilidade de taludes marginais em leito de rio.** 2013. 123 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

BEZERRA, J. P. P. **Planejamento Ambiental e Gestão das Águas em Bacias Hidrográficas e os Assentamentos Rurais do MST na cidade de Mirante do Paranapanema – SP.** Universidade Candido Mendes, 37 p. Rio de Janeiro. 2009.

BINDER, W. **Rios e Córregos, Preservar - Conservar – Renaturalizar - A Recuperação de Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental.** Rio de Janeiro: SEMADS, 4. ed. 2002.

BOIN, M. N. **Áreas de Preservação Permanente:** Uma visão prática. In: Centro de Apoio Operacional de Urbanismo e Meio Ambiente. (org.). Manual Prático da Promotoria de Justiça do Meio Ambiente. 1. ed. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2005.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 21 mar. 2013.

BRASIL. Decreto nº 7.830 de 17 de Outubro de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm)>. Acesso em: 22 mar. 2013.

BRASIL. Decreto nº 24.643 de 10 de Julho de 1934. **Código das Águas**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm)>. Acesso em: 05 mar. 2013.

BRASIL. Lei Federal nº 4.771 de 15 de Setembro de 1965. **Código Florestal Brasileiro**. Publicado no Diário Oficial da União em 16/09/1965. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm)>. Acesso em: 22 mar. 2013.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012. **Código Florestal Brasileiro**. Publicado no Diário Oficial da União em 25/05/2012. Disponível em: <[http://www.in.gov.br/mp\\_leis/leis\\_texto.asp?Id=LEI%209887](http://www.in.gov.br/mp_leis/leis_texto.asp?Id=LEI%209887)>. Acesso em: 22 ago. 2013.

BRASIL. Lei Federal nº 12.727 de 17 de outubro de 2012. **Código Florestal Brasileiro**. Publicado no Diário Oficial da União em 18/10/2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 21 mar. 2013.

BRASIL. Medida Provisória nº 571. Publicada no Diário Oficial da União em 28/05/2012. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=545925>>. Acesso em: 22 mar. 2013.

BRITO, R. N. R. de. et al. **Características Sedimentares Fluviais Associadas ao Grau de Preservação da Mata Ciliar - Rio Urumajó, Nordeste Paraense**. Acta Amazônica, v. 39, p. 173–180, 2009.

CASATTI, L. **Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna**. Revista Biota Neotrop. v. 10, n. 4, p. 31-34, 2010.

CAMPOS, F. F. de; MATIAS, L. F. **Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP's) e sua situação de uso e ocupação no município de Paulínia (SP)**. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 31, n. 2, p. 309-319, 2012.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

CRIADO, R.C. **Levantamento das Áreas de Preservação Permanente no canal principal do alto curso do Rio Paranapanema – SP**. Geografia em Atos, n. 8, v. 2. UNESP, Presidente Prudente, 2008.

DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. **Bioengenharia: manejo de cursos de água**. Porto Alegre: EST, 189 p. 2005.

DURLO, M. A.; BRESSAN, D. A.; SUTILI, F. J. **Biotécnicas de manejo de cursos de água**. Revista Ciência & Ambiente/UFSM – n. 41, 2010.

DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. **Bioengenharia: Manejo Biotécnico de Cursos de Água**. Santa Maria: Edição do Autor, 2012. 189 p. Disponível em: <http://www.cesnors.ufsm.br/professores/sutili/Bioengenharia%20-%20Manejo%20biotecnico%20de%20cursos%20de%20agua.pdf>  
Acesso em: 25 mar. 2013.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência. 602 p. 1998.

FERRAZ, G. **Twelve Guidelines for Biological Sampling in Environmental Licensing Studies**. Essays & Perspectives. Natureza & Conservação 10(1): p. 20-26, July 2012.

FONTES, A. L. **Geomorfologia Fluvial e Hidrografia**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2010.

GONÇALVES, A. B. et al. **Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na sub-bacia hidrográfica do Rio Camapuã/brumado**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 36, n. 4, p. 759-766, 2012.

GUADAGNIN, D. L.; GRAVATO, I. C. F. **O valor da legislação ambiental brasileira na conservação da biodiversidade em áreas suburbanas: um estudo de caso em Porto Alegre, Brasil**. Natureza & Conservação. v. 7, p. 17-29, 2009.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico – Geomorfológico**. Rio de Janeiro – IBGE, 1978.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Brasil, 2013. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br>>. Acesso em: 03 jul. 2013.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br>>. Acesso em: 03 jul. 2013.

KLUCK, C. et al. **Impacto na economia das propriedades bananicultoras em Luís Alves-SC, em função da implementação das áreas de preservação permanente.** Revista Árvore, v. 35, n. 3. Viçosa, 2011.

KOBIYAMA, M. **Ruralização na gestão de recursos hídricos em área urbana.** Revista OESP Construção, São Paulo, Ano 5, n. 32, p. 112-117, 2000.

LINDNER, E. A.; SILVEIRA, N. F. Q. **A legislação ambiental e as áreas ripárias.** I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC, p. 49-63, 2003.

LORENZETTI, J. V. **Alteração do Código Florestal Brasileiro: a dinâmica da esfera pública no Estado do Rio Grande do Sul.** 2012. 114 p. Dissertação (Mestrado em Administração)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MARQUES, O. A. V.; et al. Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro sobre os répteis brasileiros. Revista Biota Neotrop. v. 10, n. 4, p. 39-42, 2010.

MENDES, C. J.; NEVES, C. U.; BERGER, R. **Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal: percepção dos proprietários rurais do município de Otacílio Costa, SC.** Revista Floresta, Curitiba - PR, v. 42, n. 4, p. 671-682, out./dez. 2012.

METZGER, J. P. **O Código Florestal tem Base Científica?** Fórum - Natureza & Conservação 8(1): p. 92-99, 2010.

MIOLA, A. C. **Planejamento para comunidades rurais em situações de enchentes.** 2013. 225 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

OKUYAMA, K. K.; et al. **Adequação de propriedades rurais ao Código Florestal Brasileiro: Estudo de caso no Estado do Paraná.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 9, p. 1015-1021, 2012.

OLIVEIRA, P. S. G. **Estudo das várzeas visando o controle de cheias urbanas e a restauração ecológica: o caso do parque linear do ribeirão das Pedras, em Campinas, SP.** 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2004.

OLIVEIRA, M. Z.; et al. **Delimitação de Áreas de Preservação Permanente: Um estudo de caso através de imagem de satélite de alta resolução associada a um sistema de informação geográfica (SIG)**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis: INPE, Anais, p. 4119-4128. 2007.

OLIVEIRA, R. C. N. **Caracterização das áreas de domínio da união e da faixa marginal de proteção em rios federais apoiado por modelação matemática: estudo de caso: Médio Rio Paraíba do Sul**. 2011. 226 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

OLIVEIRA, G. G.; SALDANHA, D. L.; GUASSELLI, L. A. **Espacialização e Análise das Inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Cai/RS**. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 29, n. 3, p. 413-427, 2010.

OLIVEIRA, R. C. N.; MIGUEZ, M. G. **O domínio dos terrenos marginais e seu impacto na requalificação fluvial**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió, 2011.

OMM. **Aspectos sociales y participación de los interesados em la gestión integrada de crecidas**. Genebra: Organização Meteorológica Mundial, v. OMM – nº 1008. ISBN 92-63-31008-4. Documento técnico APFM nº 4, Série “Políticas de gestão de crecidas”, 2006.

PEDRON, F. A. et al. **A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine – RS**. Revista Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 105-112, jan./fev., 2006.

PINHEIRO, M. V. **Avaliação técnica e histórica das enchentes em Itajubá – MG**. 2005. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia)-Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2005.

PINHEIRO, A. et al. **Uso do solo na zona ripária de bacias agrícolas de pequeno a médio porte**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 35, n. 6, p. 1245-1251, 2011.

PUSEY, B.J.; ARTHINGTON, A.H. **Importance of the riparian zone to the conservation and management of freshwater fish: a review**. Mar. Fresh. Res. 54, p. 1-16. 2003.

RIBEIRO, C. A. A. S. et al. **O desafio da delimitação de Áreas de Preservação Permanente**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 29, n. 2, p. 203-212, 2005.

RIBEIRO, G. P.; SANTOS, A. W.; JUNIOR, U. S. D. **Ilhas fluviais e lacustres: aspectos gerais de formação e de análise morfométrica e ambiental.** XIV Congresso da ABEQUA (Associação Brasileira de Estudos do Quaternário). Natal – RN, 2013.

ROCHA, F.C.; et al. **Fish assemblages in stream stretches occupied by cattail (Typhaceae, Angiospermae) stands in Southeast Brazil.** Neotr. Ichthyol. v. 7, n. 2, p. 241-250, 2009.

ROSA, E. M. da.; BUFFON, I.; KEHL, L. G. H. **Avaliação da qualidade de áreas de preservação permanente ripárias em São Francisco de Paula – RS: uma abordagem metodológica.** Revista de Ciências Ambientais, Canoas, v. 4, n. 2, p. 17-30, 2010.

SALEMI, L. F.; et al. **Aspectos hidrológicos da recuperação florestal de Áreas de Preservação Permanente ao longo dos corpos de água.** Revista Instituto Florestal, v. 23, n. 1, p. 69-80, jun. 2011.

SANTOS, A. H. O. **Impacto da aplicação da legislação ambiental na produção orizícola da bacia hidrográfica do Arroio Grande – Santa Maria – RS.** 2005. 126 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

SCHWARZBOLD, A. **Teorias ecológicas sobre rios.** Revista Ciência & Ambiente/UFSM – n. 41, 2010.

SEMA/UFSM-RS. Governo do Estado. **Relatório final do inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, v. 1, 706 p, 2001.

SILVA, R.V. **Estimativa de largura de faixa vegetativa para zona ripária.** In: Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias (1: 2003: Alfredo Wagner). Florianópolis: UFSC/PPGEA, Anais, p. 74-87. 2003.

SILVA, J. de P.; RODRIGUES, C. **Morfologia Fluvial como indicador de geodiversidade: exemplos de rios brasileiros.** Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 3, Set. 2010.

SILVA, J. de P. **Avaliação da diversidade de padrões de canais fluviais e da geodiversidade na Amazônia – aplicação e discussão na bacia do hidrográfica**

**do rio Xingu.** 2012. 277 p. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade de São Paulo, 2012.

SOARES-FILHO, B. S. **Impacto da Revisão do Código Florestal:** como viabilizar o grande desafio adiante? Desenvolvimento Sustentável - Subsecretaria SAE (Secretaria de Assuntos Estratégicos) - Governo Federal. 28 p. 2013.

SOARES, V. P. et al. **Mapeamento de Áreas de Preservação Permanentes e identificação dos conflitos legais de uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu – MG.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 35, n. 3, p. 555-563, 2011.

SOUZA, A. F. G. **Saberes tradicionais e meio ambiente:** o uso e a apropriação dos territórios fluviais sanfranciscanos. GEONORDESTE, Ano XXII, n. 1. 2011.

SUGUIO, K. **Geologia sedimentar.** São Paulo: Blucher, 2003.

SUTILI, F. J.; DURLO, M. A.; BRESSAN, D. A. **Hidrografia de Santa Maria.** Revista Ciência e ambiente, Santa Maria: ed. Palloti, n. 38, 2009.

TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, M.; TOLEDO, M. C. M. de.; TAIOLI, F. (Org.). **Decifrando a Terra.** 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

TEREZAN, E. L. **Delimitação do Leito Maior do Baixo Rio Ivai e Estabelecimento de sua sazonalidade.** 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)– Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia:** Ciência e Aplicação. 2ª ed. Porto Alegre: UFRGS-ABRH, 944 p., 2000.

TUCCI, C. E. M. **Simulação do Rio Paraguai e Pantanal. Blog do Tucci – Recursos Hídricos e Meio Ambiente.** 2010. Disponível em: <http://rhama.net/wordpress/?p=123>. Acesso em 18 fevereiro 2013.

VALVERDE, S. R. **Estudo comparativo da legislação florestal sobre Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal.** Fórum de Meio Ambiente do Setor Elétrico. 27 p. Viçosa – MG, 2010.

VASCONCELOS, M. C.; SCHWARZBOLD, A. **Tipologia ecológica de rios**. Revista Ciência & Ambiente/UFMS – n. 41, 2010.

VERÍSSIMO, A.; NUSSBAUM, R. **Um Resumo do Status das Florestas em Países Selecionados**. Belém: Imazon e The Proforest Initiative. 2011. Disponível em: <http://www.imazon.org.br/publicacoes/outros/um-resumo-do-status-das-florestas-em-paises-selecionados>. Acesso em 18 fevereiro 2013.

ZANCOPE, M. H. de C.; FILHO, A. P.; JUNIOR, S. C. **Anomalias no perfil longitudinal e migração dos meandros do Rio Mogi Guaçu**. Revista Brasileira de Geomorfologia - v. 10, n. 1, 2009.