

LUCINETE FERREIRA DE ANDRADE



**ESTUDO DA VAZÃO ESPECÍFICA NAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE COMO  
SUBSÍDIO À GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**

PRESIDENTE PRUDENTE/SP

2011



LUCINETE FERREIRA DE ANDRADE

ESTUDO DA VAZÃO ESPECÍFICA NAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE COMO  
SUBSÍDIO À GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Monografia apresentada ao curso de Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia – Unesp, Campus de Presidente Prudente, para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Rocha

PRESIDENTE PRUDENTE/SP

2011

## FICHA CATALOGRÁFICA

Andrade, Lucinete, F.

A568e      Estudo da vazão específica nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe como subsídio à gestão dos recursos hídricos / Lucinete Ferreira de Andrade. - Presidente Prudente : [s.n.], 2011

56 f. : il.

Orientador: Paulo César Rocha

Trabalho de conclusão (bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia

Inclui bibliografia

1. Geografia. I. Rocha, Paulo César. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

## DEDICATÓRIA

À uma grande amiga que partiu, talvez cedo demais, mas que em poucos anos construiu uma linda história de vida que certamente rendeu muitos fatos, dos quais deveremos nos lembrar sempre e com muita alegria, porque ela era assim, sempre muito alegre, um verdadeiro símbolo de amizade, amor e perseverança:

Bárbara Cristina Sá (*in memoriam*)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço imensamente à minha família que contribuiu muito para minha formação, especialmente minha mãe (que eu costumo chamar de “pãe” pelo seu duplo papel em minha vida) e a meu grande irmão Renato, que sempre me incentivou aos estudos, foi meu grande inspirador e professor no pré-vestibular. À minha irmã pela amizade e apoio nas horas felizes e também nos momentos difíceis.

Acredito que cada amigo, bem como os colegas que estiveram presentes na minha vida durante essa trajetória mereçam um agradecimento especial:

Aos amigos Elenira, Karime, Alessandro, Juliane, Elisângela, Renata, Lucas, Ana Lucia e Naraiana: um sincero agradecimento pela amizade e companhia durante todos esses anos de graduação, mesmo aqueles que eu conheci mais recentemente, foram pessoas com quem compartilhei momentos de alegria, com todos eles eu aprendi algo de novo e com quem também me identifiquei muito.

Ao professor Paulo Cesar Rocha, pela atenção, paciência, incentivo, orientação e amizade com se dedicou, contribuindo imensamente para meu aprendizado.

A todos os colegas do laboratório de geologia e os “agregados” pelas trocas de experiências e amizade, especialmente às duas maiores colaboradoras Renata e Franciele.

Aos professores do curso de Geografia pelo incentivo ao aprendizado, pelas aulas que abriram os caminhos que me guiaram até a elaboração deste trabalho.

Aos profissionais da biblioteca da FCT/Unesp pela atenção e colaboração com a pesquisa bibliográfica, agradecimento especial à Fátima. À Lúcia, secretária do departamento de geografia pela atenção, carinho e prestatividade com que me ajudou cada vez que precisei dos seus favores.

Enfim, agradeço a todos da minha turma de 2007 e também à galera dos outros cursos que convieram comigo durante esses cinco anos da graduação.

A verdade é que

“hoje o tempo voa... escorre pelas mãos, mesmo sem se sentir...”

Lulu Santos

Foi tudo muito rápido!

## RESUMO

A área de estudo deste trabalho engloba as bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, localizadas a Oeste do Estado de São Paulo. Estas por sua vez estão vinculadas aos Comitês de Bacias Hidrográficas Aguapeí e Peixe (CBH-AP). Diante da iminência da implementação da política de cobrança pelo uso dos recursos hídricos nessa área, o presente trabalho apresenta em linhas gerais o estudo da vazão específica de forma que os resultados possam contribuir com os órgãos públicos de gestão a fim de que se execute uma gestão mais efetiva dos recursos hídricos. Com base em dados hidrológicos das estações fluviométricas inventariadas através do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH) e da Agência Nacional de Águas (ANA) nas duas bacias hidrográficas, procedeu-se o estudo da vazão específica. Os resultados desses estudos apontam para uma maior variabilidade da vazão específica média na bacia hidrográfica do rio do Peixe, uma vez que ao longo da série histórica essa bacia apresenta maiores valores de vazão, foi possível também observar as mudanças no comportamento da vazão hidrológica nas duas bacias hidrográficas, ou seja, através dos três períodos hidrológicos identificados foi possível depreender que a vazão específica média em um período se mostra bem distribuída em ambas as bacias hidrográficas, em outro período hidrológico essa distribuição já se apresenta mais desigual. Tais informações possibilitam aos órgãos de gestão um planejamento mais refinado e eficiente.

**Palavras-chave:** Rio Aguapeí e Peixe, Vazão específica, Gerenciamento de Recursos Hídricos, Cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1- Municípios com sede dentro da UGRHI.....</b>	<b>8</b>
<b>Tabela 2- Evolução histórica da Legislação ambiental, incluindo gestão das águas brasileiras .....</b>	<b>9</b>
<b>Tabela 3- Tarifação pelo uso dos recursos hídricos de acordo com o tipo de uso .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabela 4- Inventário das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do rio Aguapeí com séries históricas com dados hidrológicos de vazão.....</b>	<b>29</b>
<b>Tabela 5- Inventário das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do rio do Peixe com séries históricas de dados hidrológicos de vazão.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabela 6- Distribuição da vazão média da série ao longo do curso d'água nas bacias hidrográfica dos rios Aguapeí e Peixe.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabela 7- Valores de média e desvio padrão da série estudada para as estações monitoradas .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabela 8- Distribuição da vazão específica média no primeiro período hidrológico na bacia hidrográfica do rio Aguapeí por estação fluviométrica .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabela 9- Distribuição da vazão específica média no segundo período hidrológico na bacia hidrográfica do rio Aguapeí.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabela 10- Distribuição da vazão específica média no terceiro período hidrológico na bacia hidrográfica do rio Aguapeí.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabela 11- Dados estimados de vazão específica para a bacia do rio Aguapeí nos três períodos hidrológicos identificados .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabela 12- Distribuição da vazão específica média por período hidrológico na bacia hidrográfica do rio do Peixe por estação fluviométrica .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabela 13- Dados estimados de vazão específica para a bacia do rio do Peixe nos três períodos hidrológicos identificados .....</b>	<b>39</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1- Localização da área de estudo .....</b>	<b>2</b>
<b>Figura 2- Mapa Geológico das bacias hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe.....</b>	<b>3</b>
<b>Figura 3- Mapa hipsométrico das bacias hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe.....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 4- Evolução da retirada da cobertura vegetal no Oeste Paulista.....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 5- As Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo .....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 6- Representação dos períodos hidrológicos ao longo da série histórica das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 7- Localização das estações fluviométricas nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe .....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 8- Gráfico de tendência da distribuição da vazão específica média ao longo da série histórica de dados na bacia hidrográfica do rio Aguapeí nas três estações fluviométricas observadas .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 9- Gráficos de tendência da distribuição da vazão específica média ao longo da série histórica de dados na bacia hidrográfica do rio do Peixe nas três estações fluviométricas observadas .....</b>	<b>38</b>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 As bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe .....	2
1.2 Geologia.....	3
1.3 Geomorfologia, solos e relevo.....	4
1.4 Rede Hidrográfica .....	7
1.5 Clima .....	7
1.6 Os municípios com sede nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe .....	8
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>1</b>
2.1 Objetivos específicos .....	1
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>1</b>
<b>4. REFERÊNCIAS TEÓRICAS E CONCEITUAIS.....</b>	<b>4</b>
4.1 Uso e ocupação do solo e cobertura vegetal.....	4
4.2 A bacia hidrográfica como unidade de estudo .....	6
4.3 A Política Nacional de Recursos Hídricos.....	7
4.4 Evolução histórica da legislação .....	9
4.5 A gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo .....	11
4.6 A cobrança pelo uso dos recursos hídricos .....	14
4.6.1 Antecedentes históricos da cobrança .....	16
4.6.2 Experiências estrangeiras com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos ...	16
4.6.3 A experiência Holandesa.....	17
4.6.4 A experiência alemã.....	17
4.6.5 A experiência Francesa .....	18
4.7 O sistema de cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Estado de São Paulo ....	19
4.8 O estudo da vazão e relações com a precipitação.....	23
4.9 Variabilidade hidrológica .....	24
4.10 A vazão específica média .....	26
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
5.1 ... O inventário das Estações fluviométricas das Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe.....	28
5.2 Os períodos hidrológicos nos rios Aguapeí e Peixe .....	32
5.3 A vazão específica média nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe .....	34

<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>40</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água como matéria se faz presente em grande parte do planeta, em diferentes proporções e estados físicos, mas enquanto recurso hídrico pode ser entendido como um recurso econômico e social, relacionando-se culturalmente num ciclo hidrossocial nas relações com a população usuária (TUNDISI, 2009, p 8). Além de ser norteador de muitos conflitos pelo fato de ser escasso em vastas áreas dos continentes,

A diversificação de usos somada ao desenvolvimento econômico e social produziu inúmeras pressões sobre o ciclo hidrológico e sobre as reservas de águas superficiais e subterrâneas, ocasionando uma multiplicidade de impactos de diversas magnitudes, que exigem diferentes tipos de avaliações, tanto qualitativas como quantitativas, atreladas a um monitoramento em longo prazo (TUNDISI, 2005, p 158).

Assim, as crescentes demandas por água para uso da sociedade passam a representar um grande desafio para o planejamento de recursos hídricos, seja no aspecto da disponibilidade, seja pela qualidade da água para satisfação das necessidades humanas. Somando-se ainda a outra característica inerente aos sistemas fluviais, que é a variabilidade temporal e espacial, que impõe limites à disponibilidade hídrica e na manutenção da diversidade ecológica (ARAUJO, 2011).

Neste contexto, este trabalho apresenta-se como uma ferramenta de subsídio aos órgãos de gestão e planejamento no âmbito da bacia hidrográfica, uma vez que, é iminente a implementação da política de cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe. O estudo acerca da distribuição espacial da vazão hidrológica nessa área, bem como a forma de monitoramento da rede hidrométrica se justifica para fins de um gerenciamento mais efetivo. Esse estudo é importante, especificamente para que se torne notável as possibilidade de estudos acerca da quantidade de água nas bacias hidrográficas.

Conforme explanado no parágrafo anterior, optou-se em trabalhar com a vazão mínima nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, também para o cálculo da vazão para outorga. Pois essa metodologia permite estabelecer a vazão máxima possível de ser extraída pelos usuários de forma que seja mantida uma vazão mínima para manutenção dos padrões de qualidade e quantidade suficientes nos corpos hídricos.

As bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe se localizam a Oeste do Estado de São Paulo e compõem os Comitês de Bacias do Aguapeí e Peixe (CBH-AP), conforme figura de localização mais adiante.

### 1.1 As bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) do Rio Aguapeí possui área de drenagem de 13.196 km<sup>2</sup>, limitando-se ao Norte com a Bacia do Rio Tietê, a Oeste com o Estado do Mato Grosso do Sul, tendo como divisa o Rio Paraná, a Leste seu limite é a Serra dos Agudos e ao Sul encontra-se com a Bacia do Rio do Peixe. Esta possui extensão aproximada de 420 km até sua foz no Rio Paraná, a uma altitude de 260 metros (SÃO PAULO, 2011, p.41).

Ainda em conformidade com o mesmo autor, a área de drenagem da Bacia do Rio do Peixe possui 10.769 km<sup>2</sup>, limita-se com a Bacia do Rio Aguapeí ao Norte, ao Sul com a Bacia do Rio Paranapanema, a Oeste com o Rio Paraná e a Leste com a Serra dos Agudos e a Serra do Mirante, conforme figura.

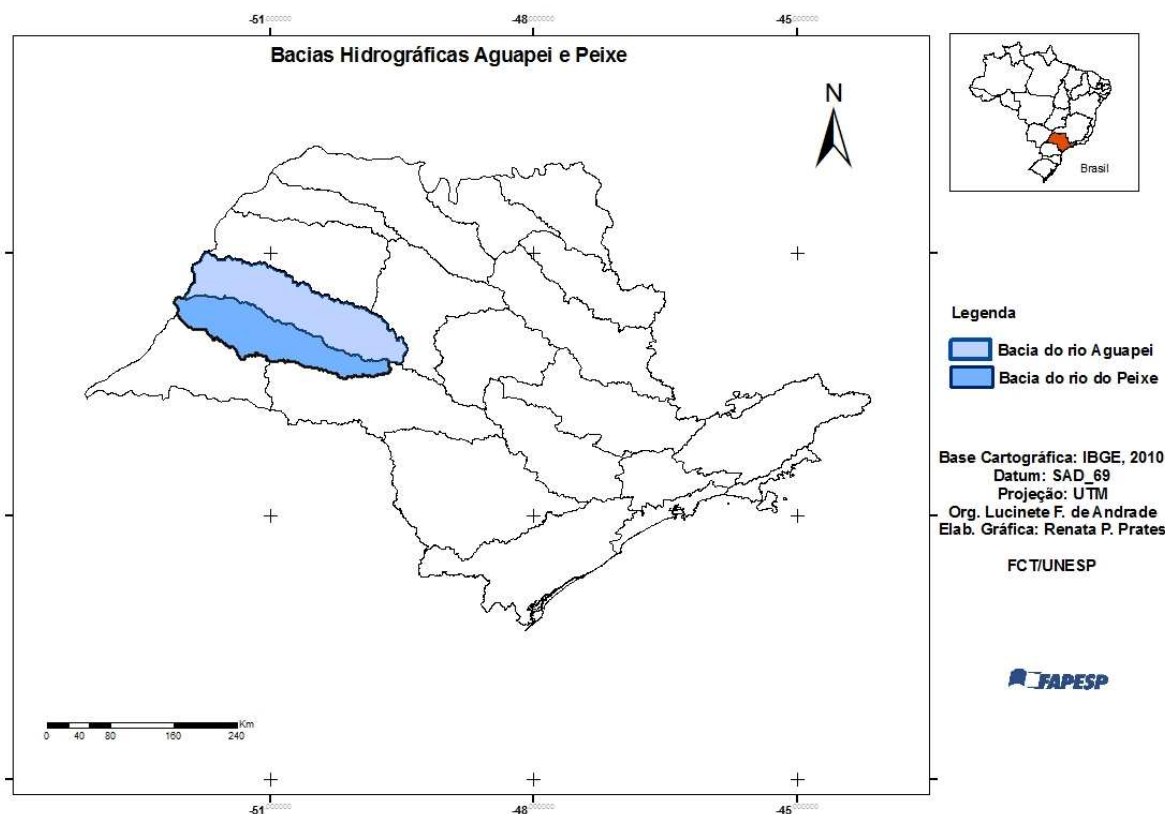


Figura 1- Localização da área de estudo

Em relação aos aspectos físicos da área de estudo, alguns elementos serão apresentados a seguir.

## 1.2 Geologia

As Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe - UGRHIs 20 e 21, respectivamente, são áreas pertencentes à região hidrográfica do Rio Paraná, uma unidade intracratônica, estabelecida a partir do Devoniano Inferior (BOIN, 2000, p.10). De acordo com SÃO PAULO (2006), esta por sua vez, incorpora-se ao Planalto Ocidental Paulista, situado sobre as rochas do Grupo Bauru, que é constituído por diversas formações com predominâncias areníticas. Estando, portanto, localizada na região Oeste do Estado de São Paulo.

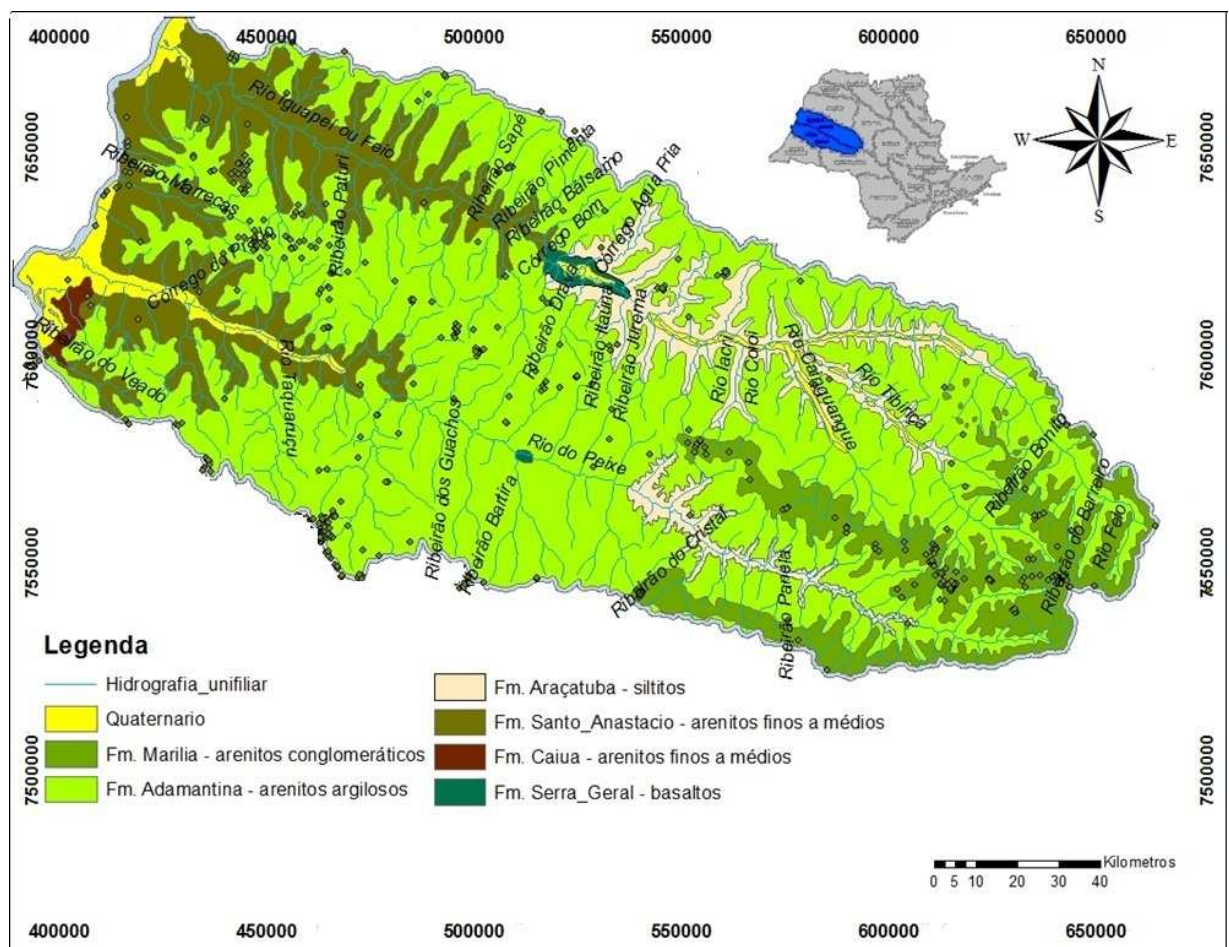


Figura 2- Mapa Geológico das bacias hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe

Fonte: Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, 2011

Especificamente as formações presentes na área de estudo são a Serra Geral, Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília. Conforme observado na figura 3, em ambas as bacias

há predomínio das formações Adamantina e Santo Anastácio, com pequenos pontos da formação Serra Geral na Bacia do Aguapeí e formação Caiuá próximo à foz do rio do Peixe.

De acordo com o Instituto Florestal (2006), a formação Adamantina se define como uma área

[...] predominante ao longo das duas bacias caracteriza-se pela uniformidade litológica. É formada por arenitos entre finos e médios, bem arredondados, com coloração arroxeadada, com abundantes estratificações cruzadas de grande a médio porte, e presença local de cimentos e nódulos carbonáticos. Os arenitos são compostos basicamente por quartzo, feldspatos, calcedônia e opacos, definindo-se tipo quartzozos, ocasionalmente com caráter subarcosiano. (SÃO PAULO, 2006, p. 97).

Quanto à formação Santo Anastácio, de acordo com Boin (2000, p. 11), caracteriza-se, sobretudo, por ocorrer “sempre nas porções baixas dos vales vinculados aos afluentes do Rio Paraná e, restritamente, acompanham alguns vales de afluentes da vertente norte do rio Paranapanema em contato direto com o basalto da Formação Serra Geral”.

Esta é composta por arenitos de cor marrom avermelhada à arroxeadada, de granulação fina a média, grãos arredondados a subarredondados, ocorrendo arenitos siltosos, argilosos e, às vezes, encontrando-se delgadas intercalações de lentes argilosas (ALMEIDA *et al.* 1981 *apud* BOIN, 2000, p. 13).

### **1.3 Geomorfologia, solos e relevo**

Do ponto de vista geomorfológico, o Oeste Paulista encontra-se localizado no Planalto Ocidental Paulista, abrange uma área de aproximadamente 50% do Estado de São Paulo, com seus limites na província das Cuestas Arenítico - Basálticas e no limite norte (rio Grande), oeste (rio Paraná) e sul (rio Paranapanema) (NUNES, FREITAS E PEREZ, 2007, p.16).

Em trabalho datado de 1969, Ab' Saber denominou essa área de “baixos chapadões do Oeste Paulista”, por considerar que se tratava de uma vasta extensão de chapadões areníticos com vertentes convexas e suavizadas, constituindo uma área de relevo tabuliforme (FRANCISCO, 1989, p.49).

Nunes, Freitas e Perez (2007), baseados em Sudo (1980), apresentam a seguinte caracterização do aspecto geomorfológico do Oeste paulista

Para Sudo (1980: 2), o Planalto Ocidental Paulista se desenvolve em uma Superfície de Reverso de Cuesta, onde suas altitudes decrescem de 900 a 1000 metros nos altos da Cuesta Arenítico-Basáltica, até 250 a 300 metros nas barrancas do rio Paraná. A maioria dos principais cursos d'água do Planalto Ocidental Paulista, que fazem parte da região do Pontal do Paranapanema, apresenta-se como rios conseqüentes, com um sistema de drenagem paralelo rumando em direção à calha do Rio Paraná. Outros cursos d'água de menor porte, que deságuam no rio Paranapanema, como os rios Pirapozinho, Laranja Doce e Anhumas, apresentam-se como subseqüentes (NUNES, FREITAS E PEREZ, 2007, p.16 *apud* SUDO, 1980).

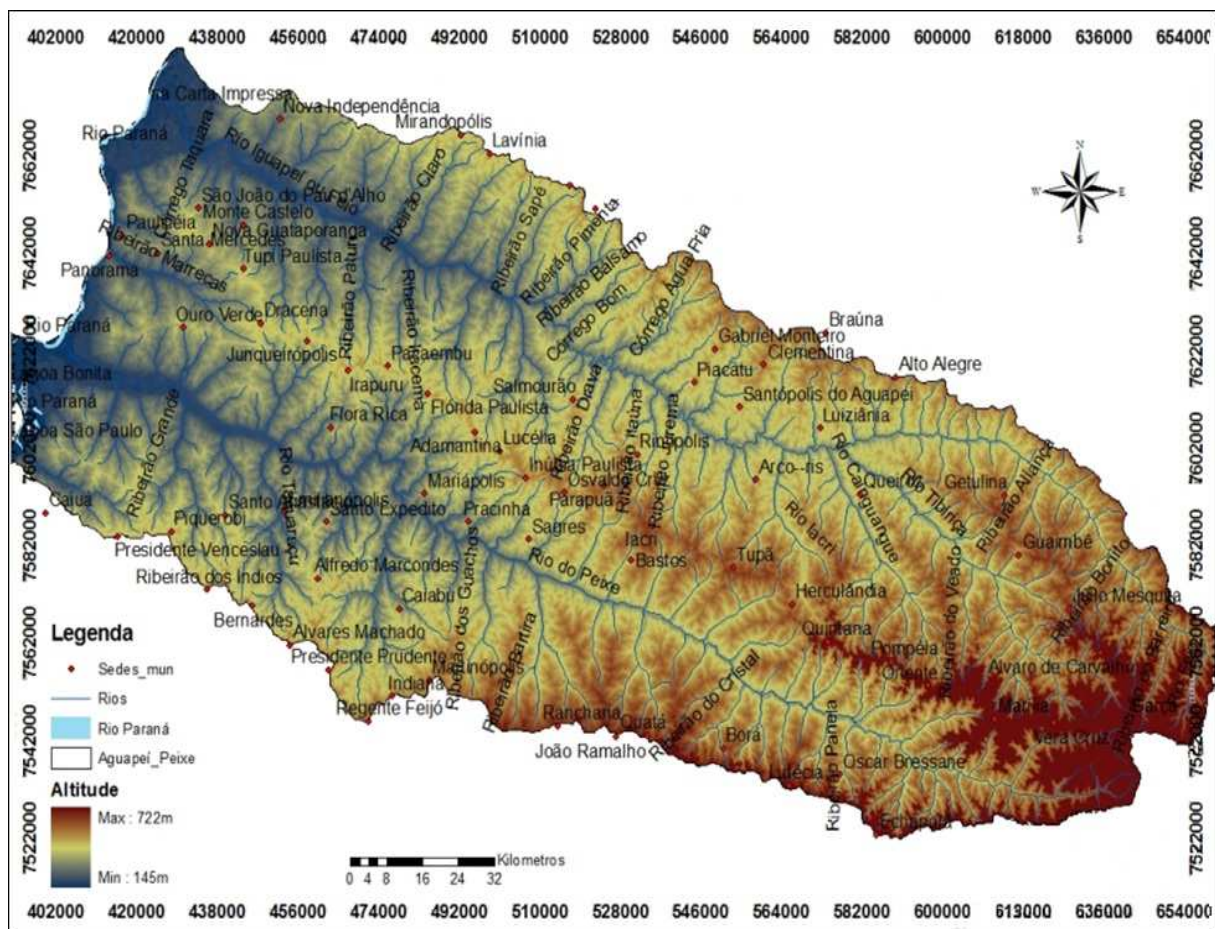
Em relação aos solos dessa área, de acordo com Boin (2000), são derivados de rochas areníticas do Grupo Bauru e de rochas basálticas advindas da formação Serra Geral. Trata-se de solos pouco ácidos, pobres em argila, com grande quantidade de areia, mas são profundos e bem drenados, podendo, conforme Francisco (1989), apresentar profundidade de um a três metros, além de ser muito friável, o que atesta a sua alta fragilidade.

No Oeste paulista há predomínios do latossolo vermelho escuro e dos solos podzolizados de Lins e Marília e em menores proporções dos solos de terra roxa e solos hidromórficos. Estes caracterizam-se da seguinte maneira, conforme Boin (2000):

- O latossolo vermelho escuro forma-se a partir de uma camada arenosa e caracteriza-se por apresentar textura fina a média, com alta porosidade e permeabilidade, sua proporção argilosa é de aproximadamente 15%, podendo chegar a 26% com mais de 70% de areia;
- Os solos podzolizados de Lins e Marília também são arenosos, formados por arenitos com cimento calcário do Grupo Bauru, com podzolização acentuada e alta saturação de bases, que ocorrem predominantemente, sobre o Planalto Ocidental no estado de São Paulo;
- A terra roxa, em conformidade com Francisco (1989) provem da formação Serra Geral, possui maior teor de argila e com solos bem drenados, apresenta-se menos profunda do que a terra roxa legítima em torno de dois metros;
- Com relação aos solos hidromórficos, o mesmo autor afirma que tem origem nas rochas intemperizadas, “nas quais o material é transportado e depositado ao longo das margens de um rio”. Trata-se de solos mal drenados e pouco profundos, de cor escura que se desenvolvem principalmente em áreas de relevo plano.

“O relevo desta porção do estado mostra forte imposição estrutural, sob o controle de camadas sub-horizontais, com leve caimento para oeste, formando uma extensa plataforma

estrutural suavizada, com cotas entre 250 e 600 metros” (BOIN, 2000, p. 15), conforme figura abaixo.



*Figura 3- Mapa hipsométrico das bacias hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe*

Fonte: Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, 2011

Grande parte do Oeste paulista apresenta altitudes que variam entre 300 e 500 metros, havendo ocorrência de menores altitudes nos vales do rio Paraná e em seus afluentes, com altitudes inferiores a 300 metros. “Somente no Planalto de Marília encontram-se cotas acima dos 600 metros” (BOIN, 2000, p.15).

No que tange o sistema de drenagem na área de estudo, o mesmo autor, baseado em estudos do IPT (1981), apresenta a seguinte consideração

[...] é organizada, na maior parte, por rios conseqüentes e alinhados, segundo as estruturas regionais, tais como o alinhamento de Guapiara, que confere aos rios Tietê, Aguapeí, Peixe e Santo Anastácio um notável paralelismo, entre eles, quando avançam em direção ao rio Paraná. Este acentuado paralelismo de direção NW

apresenta ainda evidências de captura em vários locais (IPT, 1981b *apud* BOIN, 2000, p.15).

É importante destacar que nessa área há duas regiões que se destacam por apresentar uma forma de relevo mais distinta, fugindo do formato de colinas e morrotes, trata-se dos planalto de Marília e o relevo residual do Morro do Diabo, localizado no município do Teodoro Sampaio-SP.

#### **1.4 Rede Hidrográfica**

Para Christofolletti (1981) o escoamento fluvial é parte integrante do ciclo hidrológico, sendo sustentado pelas águas superficiais e subterrâneas, compreendendo, portanto, a quantidade de água total que alcança os cursos de água, pois aquela parte referente a precipitação quase sempre é interceptado pela vegetação quando esta é abundante.

A rede hidrográfica no oeste do estado de São Paulo apresenta um sistema de drenagem formado pelo rio principal e seus tributários, o estudo dos mesmos indica a velocidade com que as águas percorrem até a foz, ou seja, a eficiência com a qual a água deixa a bacia hidrográfica.

É importante salientar em conformidade com Christofolletti (1981) que as bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe apresentam um sistema de drenagem de forma dendrítica, pois seu desenvolvimento é semelhante a um tronco de árvore, de modo que os tributários representem os galhos e o curso principal o tronco. “da mesma maneira como nas árvores, os ramos formados pelas correntes tributárias distribuem-se em todas as direções sobre a superfície do terreno” (CHRISTOFOLETTI, 1981, p.82).

O mesmo autor salienta ainda que o padrão de drenagem geralmente está associado a fenômenos tectônicos, desenvolve-se sobre rochas resistentes ou em outras sedimentares.

#### **1.5 Clima**

A produção hídrica numa bacia hidrográfica depende de vários fatores climáticos como precipitação, umidade, evaporação, temperatura, ventos e etc. A topografia também é importante pela influência na produção de chuvas. Estas por sua vez influenciam diretamente

no escoamento superficial e subterrâneo, conforme a velocidade do escoamento. No que tange especificamente os estudos hidrológicos, a precipitação corresponde a água proveniente da evaporação que retorna para as superfícies em diferentes formas, contribuindo com os volumes de água nos rios e reservatórios.

Sant'Anna Neto (1995) destaca que no Estado de São Paulo há uma tendência natural de diminuição da pluviosidade de Leste para Oeste e de Sul para Norte, tais fatores são, no entanto, influenciados pela circulação geral da atmosfera, caracterizada pela atuação das massas tropicais (continental e marítima). Há influência efetiva da onda de noroeste-sudeste que atinge a área do Pontal do Paranapanema e as vertentes voltadas para a calha do Rio Paraná. A pluviosidade anual é das menores do Estado, variando entre 1.100 e 1.500 mm anuais.

Em relação à caracterização geral do clima regional, Souza (2005) salienta que

Eventualmente, o clima regional tem influência das massas Tropical Atlântica (Ta), Tropical Continental (Tc) e Equatorial Continental (Ec), propiciando um período de temperaturas elevadas e altos índices pluviométricos (de outubro a março) e outro de temperaturas amenas e menores índices pluviométricos (abril a setembro) (SOUZA, 2005, p.17).

Assim, a distribuição sazonal das temperaturas na área de estudo é representada por duas estações bem definidas, em que as temperaturas médias variam entre 24°C e 27°C durante o verão e entre 19°C e 22°C durante as estações mais secas (SOUZA, 2005, p.17).

## 1.6 Os municípios com sede nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe

Embora a bacia hidrográfica do rio Aguapeí apresente quase dois mil e quinhentos quilômetros quadrados de extensão além da bacia do rio do Peixe, o número de municípios com sede na bacia do Peixe é maior do que na bacia do Aguapeí.

Tabela 1- Municípios com sede dentro da UGRHI

<i><b>AGUAPEÍ – UGRH 20</b></i>	<i><b>PEIXE – UGRH 21</b></i>
1. <i>Alvaro de Carvalho</i>	1. <i>Adamantina</i>
2. <i>Arco Íris</i>	2. <i>Alfredo Marcondes</i>
3. <i>Clementina</i>	3. <i>Alvares Machado</i>
4. <i>Gabriel Monteiro</i>	4. <i>Bastos</i>

5. <i>Getulina</i>	5. <i>Borá</i>
6. <i>Guaimbe</i>	6. <i>Caiabu</i>
7. <i>Julio Mesquita</i>	7. <i>Emilianópolis</i>
8. <i>Luiziana</i>	8. <i>Flora Rica</i>
9. <i>Monte Castelo</i>	9. <i>Indiana</i>
10. <i>Nova Guataporanga</i>	10. <i>Inubia Paulista</i>
11. <i>Nova Independencia</i>	11. <i>Irapuru</i>
12. <i>Paulicéia</i>	12. <i>Junqueirópolis</i>
13. <i>Piacatu</i>	13. <i>Lutécia</i>
14. <i>Queiroz</i>	14. <i>Mariápolis</i>
15. <i>Rinópolis</i>	15. <i>Marília</i>
16. <i>Salmourão</i>	16. <i>Martinópolis</i>
17. <i>Santa Mercedes</i>	17. <i>Oriente</i>
18. <i>Santópolis do Aguapeí</i>	18. <i>Oscar Bressane</i>
19. <i>São João do Pau D'alto</i>	19. <i>Oswaldo Cruz</i>
20. <i>Tupi Paulista</i>	20. <i>Ouro Verde</i>
	21. <i>Piquerobi</i>
	22. <i>Pracinha</i>
	23. <i>Ribeirão dos Índios</i>
	24. <i>Sagres</i>
	25. <i>Santo Expedito</i>

Fonte: São Paulo, Comitê das Bacias hidrográficas Aguapeí e Peixe (2011)

De acordo com os dados da tabela, nota-se que a Bacia do rio do Peixe possui cinco municípios com sede em sua área a mais do que a bacia do Aguapeí. Em relação à taxa de urbanização, de acordo com o Relatório dois dos Comitês Aguapeí e Peixe a bacia do Rio Aguapeí possui maior número de municípios com populações rurais mais expressivas do que na bacia do Peixe, esta por sua vez é mais urbanizada tendo o município de Marília como o mais populoso com uma taxa de urbanização em torno de 97%.

## **2. OBJETIVOS**

O principal objetivo desta pesquisa é realizar o estudo da vazão específica nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, de maneira que os resultados possam servir de subsídio à gestão dos recursos hídricos.

### **2.1 Objetivos específicos**

Em busca de atingir o objetivo geral, especificamente objetiva-se:

- Efetuar o levantamento de inventário das estações fluviométricas nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe a partir dos órgãos públicos como SIGRH e ANA;
- Identificar os períodos hidrológicos dos rios Aguapeí e Peixe;
- Estudo da vazão específica de acordo com os períodos hidrológicos identificados ao longo da série histórica de dados;

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente realizou-se levantamento bibliográfico acerca de assuntos pertinentes, tais como as políticas de gerenciamento de recursos hídricos, bem como a iminente implementação da política de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, regime hidrológico, variabilidade climática e regionalização de vazões, buscando atender os objetivos do presente trabalho. Também foram reunidas publicações acerca do uso e ocupação da região do Oeste do Estado de São Paulo, bem como sua caracterização no que tange o clima e ocupação.

A etapa seguinte consubstanciou no levantamento de inventário das estações fluviométricas nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe disponibilizadas nos sítios eletrônicos da Agência Nacional de Águas (ANA)<sup>1</sup> e do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH)<sup>2</sup>.

A partir do inventário das estações fluviométricas, notou-se que algumas estações apresentavam séries históricas mais longas, outras séries mais curtas e em quase todas elas a presença de falhas esparsas de dados hidrológicos ao longo de uma série. Os dados hidrológicos obtidos no sítio da ANA apresentavam-se em formato Acess<sup>3</sup>, enquanto que aqueles obtidos no sítio do SIGRH foram obtidos em html<sup>4</sup>.

A etapa seguinte consistiu na construção/elaboração de um banco de dados em (planilhas) para posterior tratamento dos mesmos, conforme sugerido por Araujo (2011). Assim como procedido pelo referido autor, outro software utilizado para levantamento de parte dos dados hidrológicos foi o Sistemas de Informações Hidrológicas (HIDRO) versão 1.0 disponível pela Agência Nacional de Águas e do Sistema Computacional para Análises Hidrológicas (SISCAH)<sup>5</sup>.

Com os dados de vazões médias organizados em tabelas, procedeu-se o pré-processamento que consistiu na busca pelas falhas ocasionadas pela ausência de monitoramento de dados nas séries de dados de cada estação fluviométrica. Posteriormente foi realizado o preenchimento de falhas de dados hidrológicos mensais e extensão das séries hidrológicas mais curtas, o critério para tal procedimento, conforme proposto por Poff *et al.*

---

<sup>1</sup> Dados hidrológicos disponíveis em <http://hidroweb.ana.gov.br> acessado em 28 de mar de 2011.

<sup>2</sup> Dados hidrológicos disponíveis <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/flu> em acessado em 11 de abr de 2011 e em <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/plug> acessado em 25 de abr de 2011

<sup>3</sup> Programa da Microsoft

<sup>4</sup> De acordo com o Wikipédia, o termo HTML é uma expressão inglesa que significa linguagem de marcação de hipertexto (*hyper text markup language*), trata-se de uma linguagem usada para produzir páginas da internet.

<sup>5</sup> Programa da Universidade Federal de Viçosa

(1997) e utilizado também por Araujo (2011) partiu da localização das estações fluviométricas, para tal escolheu-se as estações pertencentes à mesma bacia hidrográfica, com semelhanças do meio físico como o clima e a topografia.

Para as estações com série de dados incompleta, foi realizado o preenchimento de falhas mensais e extensão dos dados hidrológicos em âmbito mensal e anual, o principal critério para este procedimento foi à escolha de estações localizadas à mesma área geográfica, considerando-se elementos como a topografia, o regime pluviométrico e uso dos solos.

Os dados foram estimados com base estatística a partir de correlacionamento de dados, estabelecido para índice de correlação  $R^2$  maior que 0,7, através da regressão linear simples, entre estações da mesma área geográfica, conforme proposto por Poff *et al.* (1997).

A equação em questão é apresentada da seguinte forma:

$$Y = ax + b$$

De modo que:

y = vazão estimada do posto com falhas;

x = vazão do posto com dados;

a e b = parâmetros ajustados na regressão.

O mesmo procedimento foi utilizado para estender as séries de dados daquelas estações com séries mais curtas.

De acordo com Shimakura (2006) *apud* Araujo (2011), o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) é o quadrado do coeficiente de correlação de Pearson. É uma medida da proporção da variabilidade em uma variável que é explicada pela variabilidade da outra.

Concluída a etapa de tratamento dos dados, procedeu-se aos cálculos de vazão média tanto em âmbito anual como mensal. Para obtenção da vazão média mensal foi feita a soma de todos os meses (um em cada em coluna) dentro de uma série histórica e dividido o total pelo número de anos daquela série. Por exemplo, para uma série com início no ano de 1962 e fim em 2002, somou-se todos os meses de janeiro e dividiu-se pelo número de anos, e assim com os outros meses.

Para obtenção da vazão média anual, os anos foram dispostos em linha nas planilhas Excel, para tanto, somou-se os valores correspondentes a todos os meses naquele ano e dividiu-se pela quantidade de meses.

A fase seguinte da pesquisa consiste no estudo das séries hidrológicas para identificação dos possíveis períodos hidrológicos, conforme apresentado por Andrade e Rocha (2011). A identificação dos períodos hidrológicos foi baseada no método de Rocha (2009), realizada a partir do reconhecimento da mudança no comportamento da vazão média, observada nos pontos de inflexão do gráfico (que representa a mudança de um período para o outro).

Identificados os períodos hidrológicos, procedeu-se ao cálculo da vazão específica média que é definida, conforme estabelecido por Tucci (2002) pela equação:

$$q = Q_m/A$$

onde  $q$  é a vazão específica média em  $l/s.km^2$ ;

$Q_m$  é a vazão média em  $m^3/s$ ;

$A$  é a área da bacia hidrográfica em  $km^2$ .

A obtenção de um modelo de dados suficientemente coerente com os dados de vazão específica obtidos nas bacias hidrográficas em estudo é um processo tanto minucioso quanto trabalhoso e que demanda bastante tempo. Acredita-se que essa fase ainda pode ser executada em período posterior de estudo.

A pequena quantidade de amostras ao longo da bacia hidrográfica permitiu coerência somente entre a área de abrangência do curso principal da bacia hidrográfica com os dados de vazão específica, não respondendo, portanto às expectativas de um estudo integrado com os afluentes. Para tal seria necessário obter pelo menos uma amostra em cada afluente dos variados tamanhos, incluindo alguns de primeira ordem. Tais procedimentos consistem na regionalização da bacia hidrográfica em sub-bacias.

Para tanto, recorreu-se a estimativa de dados em áreas sem estações de monitoramento através do correlacionamento de dados existentes, procedimento que permite estimar com base em modelo estatístico (regressão de potência) a vazão de uma área sem dado hidrológico.

Nesse sentido, considerando-se a área total da bacia hidrográfica, a mesma foi subdividida em subáreas variando desde  $1 km^2$  até  $10000 km^2$ , num total de sete classes para as duas bacias hidrográficas. A vazão específica média para a bacia completa foi estimada

através de correlação de dados a partir de dados existentes de três estações fluviométricas em cada bacia.

#### **4. REFERÊNCIAS TEÓRICAS E CONCEITUAIS**

Neste capítulo serão apresentados os principais referenciais teóricos e conceituais que serviram de base ao desenvolvimento deste trabalho, a partir das quais desencadeou-se inúmeras discussões acerca do tema deste.

##### **4.1 Uso e ocupação do solo e cobertura vegetal**

O uso e a ocupação do solo no oeste do Estado de São Paulo foram processos que implicaram em intensas transformações, ocasionadas ora pela ação de grileiros e especuladores imobiliários, ora pela ação de cafeicultores e pecuaristas. Cortada por ferrovias, esta foi intensamente marcada pela presença de exploradores de diferentes procedências, levando a quase total destruição da vegetação nativa, para incremento de culturas e pastagens.

A construção da estrada de ferro Alta Sorocabana e as sucessivas retiradas de mata foram deixando o solo cada vez mais exposto ao regime das chuvas, intensificando o assoreamento dos rios regionais (ARAUJO, 2007).

De acordo com Monbeig (1984), a geomorfologia não impediu as sucessivas ocupações intensificadas em direção a Oeste no final do século XIX, pois desde o século XVII os paulistas já desciam pelo Rio Tietê alcançando os planaltos ocidentais, por vezes chegando até Rio o Paraná.

No que refere às espécies arbóreas encontradas no Oeste Paulista quando dos desbravamentos, Monbeig (1984) afirma que

[...] a perobeira, jequitibá e cedro, todas aproveitáveis como madeira para construção civil. O aspecto de “cerradão” presente na vegetação da região deve-se aos solos empobrecidos de elementos calcários, estes são demasiadamente permeáveis, sem capacidade para manter uma floresta durante as estações mais secas, assim, a vegetação torna-se subarbustiva, abrindo espaços para as gramíneas (MONBEIG, 1984, p.84).

Em outras palavras, a destruição da mata foi tão intensa que em poucos anos já faltava madeira até para abastecer as locomotivas que funcionavam a vapor. Nesse contexto, percebe-se que não havia a menor preocupação inclusive em manter a integridade dos corpos hídricos. A região foi aos poucos se tornando uma área de floresta rarefeita (MONBEIG, 1984, p.75),

conforme se observa na figura 4 que mostra a evolução do desmatamento na região oeste de São Paulo ao longo de 50 anos de exploração.

No que tange especificamente a bacia hidrográfica, Cunhe e Guerra (2000) classificam-na como um conjunto que integra as condições naturais e condições adquiridas através das atividades humanas, imprimindo na paisagem mudanças significativas, que podem impor alterações, efeitos e/ou impactos a jusante e nas descargas de cargas sólidas ou dissolvidas.

Ainda em conformidade com os mesmos autores, as mudanças ocorridas nos últimos anos, a exemplo de ações como construção de barragens que transformam a paisagem, modificam a produção de sedimentos, como consequência tem-se o decréscimo de profundidade da calha fluvial, ocasionando desequilíbrio dos processos fluviais.

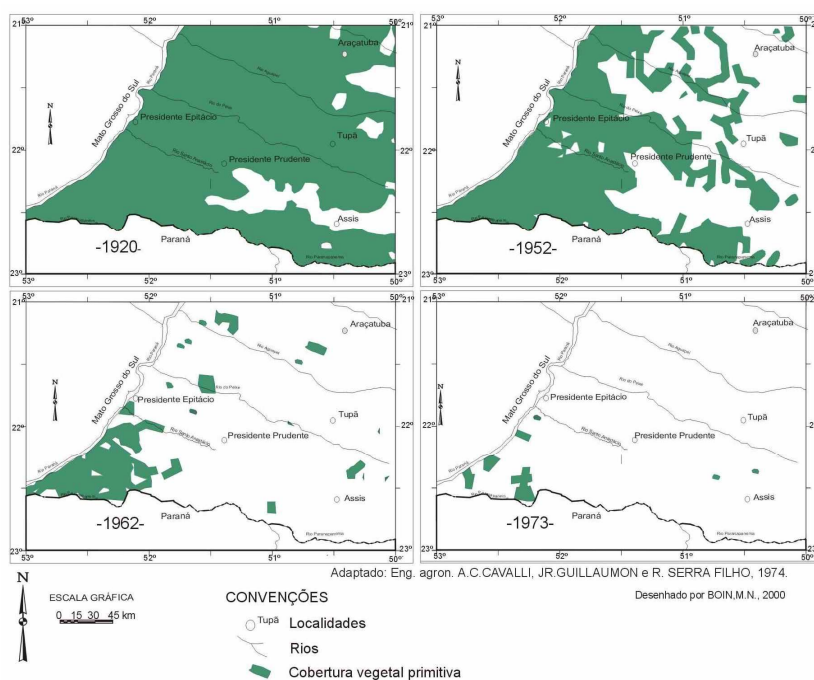


Figura 4- Evolução da retirada da cobertura vegetal no Oeste Paulista

Fonte: BOIN (2000)

A substituição da vegetação nativa em solos frágeis refletiu, conforme exposto por Monbeig (1984) nas condições da hidrologia, ressecamento dos poços abertos, além de notáveis desajustes nas condições das nascentes existentes.

Tucci e Clark (1997), salientam que após a retirada da cobertura vegetal, os solos desprotegidos podem sofrer compactação, reduzindo a capacidade de infiltração, o que resulta

em maior escoamento superficial, de modo que esse escoamento leve grande quantidade de sedimentos para os rios, ocasionando o assoreamento dos mesmos, embora o escoamento seja fortemente dependente da forma do relevo.

#### **4.2 A bacia hidrográfica como unidade de estudo**

Ao longo da história, o homem se apropriou dos recursos hídricos sem se preocupar com a finitude dos mesmos, embora essa preocupação tenha se tornado mais intensa nas últimas décadas, devido à crescente demanda pelo uso dos recursos naturais. Notadamente, é cada vez mais relevante a importância da quantidade e qualidade desses recursos, da mesma forma, o reconhecimento da bacia hidrográfica como unidade de análise e planejamento ambiental.

A bacia hidrográfica possui uma importância significativa para os estudos ambientais, especialmente quando é possível o monitoramento de variáveis que compõe seu funcionamento. Tundisi (2009) ao fazer referência à distribuição da água no Brasil, afirma que o país possui atualmente cerca de 12% das águas doces do planeta, no entanto, a distribuição é muito desigual e complexa, pois esses estudos devem considerar aspectos biogeofísicos, econômicos e sociais para descrever a distribuição per capita, considerando-se a bacia hidrográfica como unidade de estudo.

Cunha e Guerra (2000) definem a bacia hidrográfica como uma unidade integradora que permite a análise das dinâmicas e interações entre as variáveis ambientais e sociais que constitui a paisagem.

Christofoletti (1980), numa abordagem sistêmica, afirma que a bacia hidrográfica também pode ser entendida como uma “área de drenagem definida por um rio ou sistema fluvial, funcionando como um sistema”, onde cada elemento apresenta funcionalidade distinta, mas que estão diretamente relacionados, pois os eventos que ocorrem numa dada bacia hidrográfica poderão refletir nos rios, seja na qualidade ou quantidade de água.

Nesse contexto, o entendimento acerca da definição de bacia hidrográfica, bem como o conhecimento das políticas que definem a forma de gestão das mesmas, viabilizam as ações de planejamento em vias dos desequilíbrios antrópicos, a exemplo das alterações na cobertura vegetal que desencadeiam alterações nos processos fluviais, expressando-se em diferentes trechos, podendo, portanto, ser observados no regime hidrológico dos rios.

Conforme salientado por Rocha (2001), a bacia hidrográfica é também uma unidade onde a observação aos processos de descarga se torna mais insigne, permitindo a avaliação da sazonalidade das vazões, pois estas podem revelar as variações ocorridas ao longo de uma dada série histórica de monitoramento, tornando-se importante para compreensão quanto à interação entre o homem e ambiente, que imprimem alterações de quantidade e qualidade bastante significativas na bacia hidrográfica.

### **4.3 A Política Nacional de Recursos Hídricos**

De acordo com Tundisi (2003), a Política Nacional de Recursos Hídricos foi elaborada com base em iniciativas advindas de conferências internacionais, como a Conferência de Dublin, Irlanda em janeiro de 1992 e a Rio-92 que estabeleceram quatro princípios para a gestão sustentável da água, também influencia pela lei Estadual nº 7.663/1991 que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado de São Paulo, de modo que a água seja compreendida como:

- I. um recurso finito e vulnerável, essencial para a manutenção da vida, para o desenvolvimento e para o meio ambiente;
- II. o seu gerenciamento deve ser baseado na participação dos usuários, planejadores e formuladores de políticas, em todos os níveis;
- III. as mulheres desempenham um papel essencial na provisão, no gerenciamento e na proteção da água; e
- IV. o reconhecimento do valor econômico da água (BRASIL, LEI 9.433/1997, p.1)

A Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento (CNUMAD), a Eco-92 realizada no Rio de Janeiro em junho de 1992, reafirmou a água como elemento estratégico para o desenvolvimento sustentável, conceito fortalecido nessa conferência (BRASIL, 2009).

Ainda em acordo com o mesmo autor, no capítulo 18 da agenda 21 a água acentuada como um bem necessário à vida em todos os aspectos. Com objetivo de assegurar que se mantenha o fornecimento pleno e com boa qualidade a toda população, de modo que se preservem as funções hidrológicas, químicas e biológicas dos ecossistemas. Para tal deve-se desenvolver tecnologias de modo a aperfeiçoar as técnicas de uso e proveito pleno dos recursos hídricos.

Para assegurar o acesso e o uso mais adequados dos recursos hídricos no Brasil, foram criados a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH) através de lei 9.433/97 da Constituição Federal.

Trata-se de uma lei atual, avançada e importante para a ordenação territorial no sentido mais amplo, caracterizada por uma descentralização de ações, contra uma concentração de poder, claramente ressaltados nos termos da referida lei, que proclama os princípios básicos praticados hoje em todos os países que avançaram na gestão de seus recursos hídricos (BRASIL, 2001, p.99)

De acordo com o mesmo autor, esta lei é pautada sobre cinco instrumentos que são essenciais ao bom funcionamento da gestão, são eles:

*Plano Nacional de Recursos Hídricos*, que é o documento programático para o setor, trata-se de um trabalho extenuante não só de atualização e consolidação dos chamados Planos Diretores de Recursos Hídricos, que são elaborados por bacia (ou conjunto de bacias) hidrográfica;

*Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos*, que é um instrumento pelo qual o usuário recebe autorização, concessão ou permissão para fazer uso da água. Constitui o elemento central de controle para o uso racional dos recursos hídricos, o que induz o usuário a uma disciplina desse uso;

*Cobrança pelo Uso da Água*, essencial para as condições de equilíbrio entre as forças da oferta (disponibilidade de água) e da demanda, promovendo, em consequência, a harmonia entre os usuários competidores;

*Enquadramento dos Corpos de Água em Classes de Uso*, que permite fazer a ligação entre a gestão da quantidade e a qualidade da água. É extremamente importante para se estabelecer um sistema de vigilância entre os níveis de qualidade da água dos mananciais;

*Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos*, encarregado de coletar, organizar, criticar e difundir a base de dados relativa aos recursos hídricos, seus usos, o balanço hídrico de cada manancial e de cada bacia, provendo gestores, usuários e sociedade civil com as condições necessárias ao processo decisório (BRASIL, 2001, p. 100).

É importante ressaltar que a referida lei estabelece os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos de modo que esta assegure disponibilidade de água em padrões consideráveis de qualidade e quantidade para os múltiplos usos à atual e às futuras gerações; estimule a utilização racional dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, tendo em vista o desenvolvimento sustentável; e trate também da prevenção e defesa contra eventos hidrológicos intensos de ordem natural ou decorrente de mau uso dos recursos naturais (TUNDISI, 2003).

Para maior esclarecimento acerca da Política Nacional de Recursos Hídricos, apresenta-se no sub-capítulo seguinte um breve histórico da evolução da legislação ambiental, especificamente no que tange a gestão das águas no Brasil.

#### 4.4 Evolução histórica da legislação

Nas últimas décadas o setor público brasileiro vem se manifestando cada vez mais preocupado com a qualidade e quantidade de recursos hídricos. Até as duas últimas décadas do século passado, as iniciativas se constituíam em esforços dos governos municipais no sentido do abastecimento público de água.

A fim de melhorar a qualidade ambiental, algumas modificações foram aplicadas à legislação ambiental brasileira, especialmente aquela voltada ao tratamento dado aos recursos hídricos, de modo que, estes apresentaram ao longo de algumas décadas significativas alterações em seus Códigos, sistemas de exploração e administração, conforme apresentado na tabela a seguir.

*Tabela 2- Evolução histórica da Legislação ambiental, incluindo gestão das águas brasileiras*

1909	Criação do Instituto Nacional de Meteorologia
1933	Criação, no Ministério da Agricultura, da Diretoria de Águas, logo transformado em serviços de águas
1934	Edição do Código de Águas (Decreto nº 24.643/1934)
1940	O Serviço de Água torna-se Divisão de Águas (Decreto nº 6.402/1940)
1945	Criação da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF)
1952	Criação das Centrais elétricas de Minas Gerais (CEMIG)
1953	Criação das Usinas Hidroelétricas do Paranapanema S.A. - USELPA
1962	Criação das Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRAS
1965	Edição do novo Código Florestal (Lei nº 4.771/1965) – A Divisão de Águas foi transformada no Departamento Nacional de Águas e Energia – DNAE (Lei 4.904/1965)
1968	Alteração da denominação para Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica –

	DNAEE
1976	Estabelecimento da classificação das águas interiores (Portaria GM-0013), execução pelo DNAEE
1978	Criação do Comitê intitulado CEEIBH (Portaria interministerial nº 90/1978), incumbido da classificação dos cursos d'água da União, bem como do estudo integrado e do acompanhamento da utilização racional dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios federais, no sentido de se obter aproveitamento múltiplo de cada uma. O CEEIBH é composto por DNAEE, ELETROBRAS, SEMA E DNOS (Departamento Nacional de Obras contra a seca)
1981	Edição da lei nº 6.938/1981 que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente
1984	CPI dos Recursos Hídricos, início das atividades do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA
1980-85	Criação dos Comitês de Bacia do Paranapanema, Paraíba do Sul e Rio Doce
1987*	Criação do primeiro Conselho Estadual de Recursos Hídricos- CRH pelo Decreto 27.576
1988	Promulgação da Constituição Federal que estabelece o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
1991	Criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e promulgação da Lei Paulista 7.663/1991 que dispõe sobre Plano Estadual de Recursos Hídricos
1993*	Oficialização dos Comitês de bacias em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI's no Estado de São Paulo
1996	Criação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (Lei nº 9.427/1996 com finalidade de regular e fiscalizar a produção transmissão, distribuição e comercialização da energia elétrica.
1997*	Instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos, criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
1998	Estabelecido pelo Decreto nº 2.612/1998 o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH
2000	Sancionada a lei nº 9.984/2000, dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas
2004*	Promulgação da lei 10.881/2004 atribuição de funções das Agências de Água de forma que estas sejam exercidas por entidades delegatárias.
2005*	Instituição da política de cobrança pelo uso dos recursos Hídricos através da Lei 12.183/2005 do domínio do Estado de São Paulo
2006*	Res. Conjunta SMA/SERHS nº de 23/02/2006 – Regulamenta procedimento para o licenciamento ambiental e outorgas de recursos hídricos

Fonte: Brasil (2001)

\*Acrescido pelo autor

De acordo com dados na tabela acima, verifica-se que a preocupação com os fenômenos climáticos desde o início do século passado se fez presente, pela criação do Instituto Nacional de Meteorologia. Além da criação de algumas centrais hidrelétricas, houve também algumas modificações em alguns decretos e leis, conforme tabela de informações.

A partir da tabela, verifica-se também que a lei de criação da Agência Nacional de Águas foi aprovada apenas no ano de 2000, não havendo em período anterior à referida sansão um órgão especificamente responsável pelas outorgas em nível nacional, dessa forma,

cada Estado estabelecia seu sistema de gestão de águas, conforme pré-estabelecido pela Constituição Federal.

No Brasil o Estado de São Paulo foi precursor da Política de cobrança pelo uso dos recursos hídricos que foi instituída em 2005 através da Lei nº 12.183, nesse período os demais Estados, municípios e a própria União ainda tramitavam sobre a criação de uma lei similar.

#### 4.5 A gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo

Os Comitês de Bacias surgiram entre 1980 e 1985, foram instituídos pela política estadual de recursos hídricos (7.663/1991) com finalidade de gerenciar de forma descentralizada. Trata-se de órgãos colegiados compostos por representantes de vários setores como a iniciativa privada, prefeitos, órgãos estaduais e entidades representativas da sociedade. A figura a seguir apresenta a divisão do Estado de São Paulo por unidades de gerenciamento de recursos hídricos, conforme proposto pelo plano estadual de recursos hídricos.



Figura 5– As Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo

Até a criação dos Comitês de bacias, a gestão era executada de forma independente, por município e Estado. No entanto, essa falta de política que integrasse os órgãos públicos

dificultava a obtenção de bases de dados concretos, havendo desencontro de informações, dificultando muitas vezes o controle realmente efetivo da gestão, além de alto índice de degradação nos rios. Nesse contexto, o Estado de São Paulo foi dividido em 22 Unidades de Gerenciamento, considerando as bacias hidrográficas e também afinidades políticas. (BRASIL, 2011).

De acordo com Leal (2000), todos os Comitês possuem o mesmo sistema de funcionamento, conforme estabelecido pela lei. Dentre as atribuições do Comitê, cabe aprovar propostas de planos anuais de plurianuais de aplicação de verbas em obras de interesse ao gerenciamento, promover conciliações ou entendimentos entre os usuários dos recursos hídricos, aprovar seu estatuto e decidir sobre casos omissos, dentre outras.

É importante destacar que cada Comitê possui um estatuto próprio, onde são definidos procedimentos para deliberações, assembléias, eleições e competências.

O Estado de São Paulo precedeu a União<sup>6</sup> uma vez que a Constituição Paulista de 1989, além de aprofundar os princípios da Carta Magna<sup>7</sup>, estabeleceu anteriormente as normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como a organização e implementação do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIGRH), regulamentados por meio da Lei 7.633/91, que estabelece normas orientações à Política Estadual e Recursos Hídricos, bem como ao sistema de gerenciamento de recursos hídricos. .

Os Comitês de bacias do Estado de São Paulo em sua atuação desempenham funções adequadas às peculiaridades de cada região. É válido salientar que, em conformidade com a lei 7.663/91, um comitê se faz responsável pela gestão de uma bacia hidrográfica, que por sua vez, compreende um recorte básico para implementação da gestão dos recursos hídricos, também já empregado em experiências estrangeiras. Assim, vários autores já traçaram definições para a área que corresponde à bacia hidrográfica (LEAL, 2000).

De acordo com o autor supracitado, a institucionalização da lei nº 7.663/91 foi um grande avanço em prol da democratização da gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo e representou um momento de união e dedicação de diversos órgãos do Estado e

---

<sup>6</sup> Por meio dos artigos 205 e 213, a Constituição do Estado de São Paulo, reforçou a importância de uma gestão integrada dos recursos hídricos no Estado, em atendimento à CF que autoriza os Estados a legislar em seus respectivos territórios.

<sup>7</sup> Carta Magna refere-se a um conjunto de normas ou regras que regem um sistema de governo, normalmente apresenta-se em forma escrita, enumerando e limitando os poderes de uma dada entidade política.

entidades sociais em busca da implementação de um sistema de gerenciamento marcado principalmente pela descentralização, participação e pela integração.

A semelhança entre o sistema de gestão de águas no Estado de São Paulo e a política nacional de recursos hídricos é muito perceptível. Cabe salientar que a lei paulista contribuiu muito para o detalhamento da lei nacional.

O objetivo principal da Política Estadual de Recursos Hídricos é assegurar que a água possa ser controlada e utilizada, em padrões de qualidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas futuras gerações, em todo o território do Estado de São Paulo (LEAL, 2000, p.72).

Conforme estabelecido pela lei 7.663/1991, o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH) é responsável por executar a política das águas paulistas, definindo a forma de participação do Estado, municípios, usuários e a sociedade civil na execução das ações planejadas e suas respectivas responsabilidades.

Para tanto foi necessária criação de alguns órgãos colegiados com poderes de decisão, tais como o Conselho Estadual e Recursos Hídricos (CRH) originado do decreto 2.576/1987, este busca manter a participação de representantes do Estado, municípios e sociedade civil; e os Comitês das Bacias Hidrográficas (CBH's), com funções deliberativas e consultivas (LEAL, 2000).

Alem destes, outro órgão de grande significância, condição de pré requisito inclusive para a implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no âmbito das bacias hidrográficas, as Agencias de Água, com atuação de apoio às secretarias executivas dos Comitês, foram instituídas pela Lei 10.881/2004, suas atribuições estão previstas nos artigos 41 e 44 da Lei 9.433/1997.

No que tange o monitoramento dos recursos hídricos pelos órgãos públicos, assim como a distribuição das estações fluviométricas, a Organização Meteorológica Mundial (1994) assegura que o objetivo principal de uma rede de medição de fluxo é obter informações sobre a disponibilidade de recursos hídricos superficiais, sua distribuição geográfica e a variabilidade ao longo do tempo. A magnitude e frequência de inundações e secas são de particular importância.

Atualmente existe no Brasil uma rede hidrometeorológica com aproximadamente 11.000 (onze mil) estações hidrométricas, administradas por órgãos federais, estaduais e particulares, destas, 4.200 são de responsabilidade da Agencia Nacional de Águas (BRASIL,

2011). No Estado de São Paulo a rede hidrometeorológica é monitorada pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE).

De acordo com informações do DAEE-SP, em entrevista realizada por e-mail<sup>8</sup>, as estações fluviométricas nas bacias hidrográficas Aguapeí e Peixe encontram-se desativadas, desse modo, o controle sobre os recursos hídricos se dá através das estações pluviométricas para efeitos de outorgas e não mais pelos postos fluviométricos.

Juntamente com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), o DAEE é o departamento vinculado à secretaria de meio ambiente que emite licenças e outorgas para uso dos recursos hídricos no Estado de São Paulo, assunto este que será tratado mais adiante no sub-capítulo referente à cobrança pelo uso de água.

#### **4.6 A cobrança pelo uso dos recursos hídricos**

A segunda metade do século XX foi marcada pelas modificações do meio impressas pelas ações da sociedade moderna. Tais modificações inseriram ao sistema o Direito de uso das águas, conforme salientado por Granziera (2000), e que se trata de uma política vigente em outros países como destacado mais adiante, no Brasil esse tema ganhou força a partir da criação do código de águas de 1934.

A gratuidade do acesso à água era possível até o desenvolvimento econômico e o crescimento incontido das cidades começarem refletir sobre os cursos d'água o resultado de usos pouco conscientes, com muita poluição e ocupações indevidas às margens de rios. Entretanto, à medida que o crescimento econômico mostra-se de alguma maneira, prejudicial aos recursos hídricos, há a necessidade de intervenção pelo poder público.

Para tanto, o sistema de cobrança pelo uso da água surgiu como um instrumento de controle determinado pela Política Nacional de Recursos Hídricos, conferindo à água um valor econômico, embora se trate de um mecanismo relativamente recente no contexto dos recursos hídricos no Brasil, a mesma começou a ser discutida em meados da década de 1980 (SÃO PAULO, 2004).

---

<sup>8</sup> Para obtenção de algumas informações referentes à forma de monitoramento dos postos hidrométricos no Estado de São Paulo, foi necessário contatar o Departamento de Águas, pois estas informações não são disponibilizadas na rede de internet.

De acordo com Granziera (2000), a cobrança pelo uso da água foi fundamentada no princípio do *usuário-poluidor-pagador*<sup>9</sup>, que determina que o usuário-poluidor deve pagar pelo dano causado, uma vez que todos têm direito ao ambiente limpo, devendo pagar também pelo uso dos recursos naturais.

Seus objetivos são descritos no art. 1º da Lei Paulista nº 12.183, de 29 de dezembro de 2005 que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo, os procedimentos para fixação dos seus limites, condicionantes e valores e dá outras providências

- I – reconhecer a água como bem público de valor econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;
- II - incentivar o uso racional e sustentável da água;
- III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos e saneamento, vedada sua transferência para custeio de quaisquer serviços de infra-estrutura;
- IV – distribuir o custo sócio-ambiental pelo uso degradador e indiscriminado da água;
- V – utilizar a cobrança da água como instrumento de planejamento, gestão integrada e descentralizada do uso da água e seus conflitos (SÃO PAULO, 2005).

Em experiências internacionais, os objetivos da cobrança acentuam-se sobre a proteção e preservação ambiental. Por se tratar de um assunto relativamente recente no Brasil, alguns estudiosos vêm desenvolvendo teorias acerca dos princípios dessa política, para tanto, Granziera (2000), aponta três finalidades, sendo

a primeira, didática, é a de reconhecer o valor econômico da água. A segunda é incentivar a racionalização, por uma questão lógica: pelo fato de se pagar, gasta-se menos e buscam-se tecnologias que propiciem a economia. Por último, financiar todos os programas que estiverem contidos no plano, quer dizer, um instrumento de financiamento da recuperação ambiental dos recursos hídricos (GRANZIERA, 2000, p.74)

---

<sup>9</sup> Princípio instituído pela Lei nº 6.938 de 1981, art. 4º, inciso VII da Política Nacional de Meio ambiente. Em relação a este princípio Cánepa, Pereira e Lanna (1999), apresenta uma ressalva acerca da desculpa que ronda a questão do *poluidor-pagador* no que se refere à liberdade de poder continuar poluindo uma vez que se paga para isso. O autor afirma que isso pode ocorrer quando a tarifa paga é muito baixa, neste caso, todos os poluidores pagarão uma tarifa acima do nível marginal, de modo que esta cause um impacto considerável no orçamento do mesmo.

Em conformidade com São Paulo (2004), os critérios e características da cobrança variam de acordo com as particularidades dos recursos hídricos de cada país, sendo assim resumidos

*Cobrança por poluição:* A cobrança por poluição pode ser baseada na vazão de lançamento de efluentes nos corpos hídricos ou na intensidade dos mesmos. Neste segundo caso, um número variável de poluentes é levado em consideração (matéria orgânica, sólidos em suspensão, metais pesados, etc.). A cobrança pode variar ainda segundo a capacidade de assimilação dos corpos hídricos, o tipo e o tamanho do usuário.

*Cobrança por captação:* A cobrança por captação aplica-se à utilização de águas subterrâneas e/ou superficiais. A cobrança pode basear-se tanto no volume outorgado ao usuário quanto no volume efetivamente captado. Ela pode ainda variar segundo critérios de sazonalidade, tipo de usuário e localização geográfica do ponto de captação (SÃO PAULO, 2004, p. 4)

Do ponto de vista econômico, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos acentua-se sobre dois objetivos principais, sendo a geração de receitas para o financiamento dos custos de gestão e provisão de recuperação de áreas degradadas, associados à disponibilidade hídrica ou ao controle de poluição, ao induzir os usuários à utilização mais racional dos recursos hídricos, conforme já acontece em outros países.

#### **4.6.1 Antecedentes históricos da cobrança**

Embora a cobrança pelo uso da água seja uma prática relativamente recente, alguns países, especialmente na União Europeia já apresentaram resultados com tais experiências. De acordo com São Paulo (2004), uma das dificuldades para colocar em prática a política de cobrança pelo uso dos recursos hídricos reside principalmente nos hábitos culturais que, em sua maioria considera a água como um bem público e de livre acesso, outrora pelo fato de que a cobrança só pode se justificar em casos de escassez, seja, de quantidade ou qualidade.

Certamente um dos motores que levaram à implementação dessa política foi o crescimento da economia com o intenso do crescimento das áreas urbanas e industrializadas verificadas nas décadas mais recentes.

#### **4.6.2 Experiências estrangeiras com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos**

Em relação às experiências estrangeiras, alguns países como Holanda, Alemanha, e França entre outros já possuem em processo as práticas de cobrança pelo uso dos recursos

hídricos. Vale destacar que o caso Frances foi o mais relevante para estudos de implementação dessa política no Brasil, devido às formas de processos adotadas (Motta, 1998, p. 25).

#### **4.6.3 A experiência Holandesa**

De acordo com Motta (1998), entre suas particularidades, a Holanda se destaca pelo modo expansão territorial sobre o mar, além de apresentar alta densidade populacional, agrícola e industrial, afetando de forma significativa a boa qualidade dos recursos hídricos. A lei de cobrança pelos referidos recursos hídricos foi promulgada em 1970, no entanto, a mesma entrou em ação a partir de 1983, ainda de forma gradativa.

Ainda em conformidade com o autor supracitado, o sistema de gestão na Holanda é totalmente descentralizado, organizado por entidades regionais, não havendo uma estrutura hierárquica para gerenciamento. No que tange especificamente a cobrança, os usuários pagam valores proporcionais ao volume de poluentes lançados em corpos hídricos, assim

[...]o cálculo deste valor não está relacionado com dano ou qualidade ambiental e, sim, custos de controle. Isto porque, essa cobrança foi introduzida como uma fonte de financiamento da construção e operação de estações de tratamento de esgoto que poderia ser utilizada por esses órgãos regionais. Seu objetivo inicial, então, não era o de ser indutor de controle em um certo nível valendo-se de um preço da poluição (MOTTA, 1998. p.30).

De uma maneira geral, observa-se que na Holanda as altas taxas pelo uso das águas e despejo de poluentes foi fator decisivo para conter a poluição e desperdício, deste modo Motta (1998) considera ainda cedo para discutir sobre os resultados desse sistema de cobrança pelos recursos hídricos em vigência na Holanda, também porque os usuários de áreas rurais ainda não foram atingidos pela cobrança.

#### **4.6.4 A experiência alemã**

O sistema alemão de gestão da água data de 1957, Lei Federal de Recursos Hídricos. Este apresenta caráter descentralizado, mas não participativo, cabendo a cada Estado adotar políticas que ampliem o sistema básico pré-definido pela lei federal.

Neste país, a cobrança pelo uso da água aplica-se mais especificamente no que se refere à qualidade da água, assim todos os usuários urbanos e industriais que descarregarem efluentes líquidos em corpos hídricos sujeitam-se a pagar para o Estado a que pertença o manancial (SÃO PAULO, 2004, p.17).

De acordo com Ramos (2007), o sistema de cobrança pela água na Alemanha aplica-se tanto para a captação em superfícies como subterrâneas, praticada em alguns estados, lançamento de poluentes, instituída pela lei federal da taxa de esgotos e por tratamento de água de chuva. Sendo o valor da cobrança calculado conforme o volume de nocividade e os usuários que emitem efluentes com concentração e carga anual abaixo de limites mínimos<sup>10</sup> são isentos de pagamento da taxa.

Em resumo, Motta (1998) afirma que o sistema alemão é muito permissivo no que tange os baixos valores atribuídos aos usuários que lançam baixos índices de poluentes nos rios e aproveita-se da taxa de esgoto como forma de incentivo às ações pouco eficientes.

#### **4.6.5 A experiência Francesa**

Em termos de política pública, a França foi umas das principais influencias para o Brasil, não apenas no que se refere especificamente à política de cobrança pela água, mas no conjunto da gestão dos recursos hídricos como um todo.

Em relação à cobrança pelo uso da água na França, conforme salientado por Motta (1998)

O sistema de cobrança teve implementação gradual e enfrentou diversos problemas políticos. A cobrança por quantidade, por exemplo, até hoje não foi implantada em algumas sub-bacias e a maioria dos irrigantes não participa do sistema (MOTTA, 1998, p.26).

Ainda de acordo com Motta (1998), na França a arrecadação por lançamento de poluentes é três vezes maior do que a arrecadação por quantidade. Tal fato certamente se justifica por conta de uma parte significativa do setor agrícola que ainda não está inserida no

---

<sup>10</sup> Os valores limites de concentração e de cargas efluentes anuais sobre os quais não incide cobrança por diluição de efluentes é de 20 mg/l e 250 kg/ano

sistema de cobrança pela água, dificultando um pouco a avaliação da eficiência em termos de benefícios dessa política.

A arrecadação feita pela cobrança ao uso das águas é aplicada nas próprias bacias na forma de gasto com gestão, ou seja, são aplicados em obras de interesse comum aos usuários. Conforme salienta Motta (1998), o valor cobrado em cada bacia hidrográfica é determinado pelo Comitê ou Agência responsável, para tanto orientando-se por uma estrutura básica prevista na lei federal. Outro aspecto válido para comparar as políticas de cobrança entre Brasil e França é o fato de que neste a cobrança também se baseia no princípio do *poluidor-pagador*.

Em síntese, a Ramos (2007) e Motta (1998) consideram o sistema francês de cobrança pelo uso da água como muito bom, pois calcula-se que a arrecadação neste país aumentou a valorização desse recurso, reduzindo significativamente o desperdício e imprimindo usos cada vez mais conscientes em todos dos setores de consumo.

#### **4.7 O sistema de cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Estado de São Paulo**

Países como França e Alemanha são pioneiramente reconhecidos pelo sistema de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, nesses países os recursos arrecadados com a cobrança são empregados em propriedades rurais para fins de redução de uso de agrotóxicos ou preservação dos corpos hídricos, dentre outros fins. Nestes, a atuação das agências de água centra-se no planejamento e investimentos financeiros no tocante às necessidades da bacia hidrográfica (Ramos, 2007, p.11).

Nos dias atuais tem-se discutido muito acerca da tarifação da água como um paradigma. É válido ressaltar que tal quadro requer medida de gestão do poder público. De acordo com São Paulo (2007), em âmbito estadual, as articulações que antecederam a implementação de tal política no Estado já eram previstas na constituição estadual de 1989, conforme segue:

Por iniciativa interna, o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, promoveu em 1991, o primeiro estudo de simulação de cobrança para a Bacia do Rio Piracicaba, bacia esta declarada crítica e considerada como modelo básico para fins de gestão por decreto do Governador do Estado, em 1988. Dentre outros tópicos, foram analisados os objetivos, as finalidades, os contribuintes e os preços da cobrança pelo uso da água, abordando ainda preço médio, redistribuição de custos incorridos, obtenção de eficiência econômica e estruturas de preços (SÃO PAULO, 2007, p. 2).

Diante de tantas incertezas e já com uma carga tributária bem sobrecarregada a sociedade civil manifesta-se bastante desconfiada quanto ao funcionamento de mais essa ferramenta de governo para controlar o uso dos recursos hídricos, mas tais incertezas devem-se, sobretudo ao pouco acesso às informações.

Nesse sentido, os recursos arrecadados com a cobrança no Estado de São Paulo destinam-se às necessidades da própria bacia hidrográfica, devendo ser aplicados em planos, projetos e obras que viabilizem o gerenciamento, controle e fiscalização, além de ser aplicado também na recuperação dos recursos hídricos degradados.

Além de ser uma tentativa de combate ao desperdício, o fato de a água ser um recurso natural e limitado, deve por si só, obrigar os usuários a usos mais conscientes. Conforme Ribeiro, Bom e Cesar (2011), Nos Estados do Ceará, Paraná e Santa Catarina já acontece a cobrança pelo uso da água, inclusive em rios que cortam São Paulo, como por exemplo, o Paraíba do Sul.

Conforme mencionado acima, o Estado de São Paulo teve sua primeira experiência com êxito na cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (SP, RJ e MG) e dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (SP e MG), aprovando a implementação do instrumento de cobrança pelo uso da água, recaindo sobre os rios de domínio da União, conforme indicado pela Lei Federal de Recursos Hídricos, 9.433/97 (BRASIL, 2007, p.31).

De acordo com dados da Agência Nacional de Águas, nas bacias hidrográficas PCJ a cobrança pelo uso dos recursos hídricos é aplicada à captação para consumo e lançamento de resíduos, dessa forma, alguns preços são definidos conforme tipo de uso, como segue:

*Tabela 3- Tarifação pelo uso dos recursos hídricos de acordo com o tipo de uso*

<b>TIPOS DE USO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>VALOR<sup>11</sup></b>
Captação de água bruta	R\$/m <sup>3</sup>	0,01
Consumo de água bruta	R\$/m <sup>3</sup>	0,02
Lançamento de carga orgânica DBO <sub>5,20</sub> <sup>12</sup>	R\$/m <sup>3</sup>	0,10

<sup>11</sup> Fonte: Brasil, Agência Nacional de Águas (2011)

<sup>12</sup> Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), é o indicativo do nível de oxigênio dissolvido num dado corpo d'água, consumido pela atividade bacteriana. Este índice é um indicador de quão poluída a água está, pois quanto maior a carga orgânica maior será o seu DBO. A numeração seguida da sigla indica a quantidade de

Mas é importante destacar que o valor a ser cobrado deve ser definido por cada Comitê. Atualmente encontra-se em articulação a implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, prevista de acordo com o cronograma do Comitê Aguapeí e Peixe para o mês de julho de 2012.

Nesse sentido, os impactos sobre os usuários serão insignificantes, conforme Comitês, no entanto, um dos desafios encontrados pelo Comitê Aguapeí e Peixe reside exatamente na questão do pagamento, pois a articulação entre os segmentos usuários dos recursos hídricos e o órgão gestor local parece bastante conflituoso, dificultando o andamento dos processos de implementação da política de cobrança.

Conforme destacado por Nunes Junior e Magalhães Junior (2009), essa política não deve ser encarada como mero instrumento de arrecadação, mas como um fio condutor ao uso mais racional com menos desperdícios e menos descargas de fontes poluidoras.

No Brasil, experiência pioneira da cobrança pelo uso dos recursos hídricos que se deu em âmbito federal foi implementado na bacia do rio Paraíba do sul, que abrange os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, onde todos os usuários se sujeitaram à cobrança a partir de março de 2003, quando entrou em vigor a nova política de cobrança que partiu de articulações no Comitê para Integração da Bacia do Paraíba do Sul (CEIVAP).

Esta por sua vez, vem sendo seguida pelo Comitê de bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí no Estado de São Paulo. De acordo com a Agência Nacional de Águas (2011), desde janeiro de 2006 todos os usuários localizados em rios de domínio da União são sujeitos à cobrança.

No Brasil, a arrecadação pelo uso da água será efetuada pela Agência Nacional de Águas que, posteriormente repassará a verba às Agências de Água - entidades técnicas de apoio executivo aos Comitês de bacias. Cabe ressaltar que essas agências são entidades sem fins lucrativos, sendo atribuídas a elas somente administrar as verbas arrecadadas pela cobrança pelo uso dos recursos hídricos que, servirão para financiamento de obras na própria bacia hidrográfica (BRASIL, 2011).

De acordo com os Comitês das Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, a cobrança pela utilização dos recursos hídricos está respaldada no Código Civil, que prevê a remuneração pela utilização dos bens públicos de uso comum, no Código de Águas, ao dispor que o uso comum das águas pode ser gratuito ou retribuído, e na Política de Meio Ambiente, que adota o princípio do usuário-pagador aplicado aos recursos naturais, conforme mencionado (SÃO PAULO, 2011).

É importante ressaltar que, diferente da política de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, o sistema de outorga é um meio pelo qual o poder público cede ao requerente o direito de uso do recurso hídrico, mas por prazo pré determinado. Este por sua vez tem como objetivo garantir o controle qualitativo e quantitativo dos usos de água e serve também como efeito de garantia de acesso à água.

Em rios da União a outorga é emitida pela Agencia Nacional de Águas e nos rios estaduais, cabe aos órgãos competentes, nesse caso, no Estado de São Paulo, é atribuição do Departamento de Águas e Energia, por intermédio do Decreto 41.258 de 1996 que aprova o regulamento dos artigos 9 a 13 da Lei no 7.663, de 30 de dezembro de 1991. Salienta-se que a outorga também é um instrumento das Políticas Estadual e Nacional de Recursos Hídricos (SÃO PAULO, 2011).

Ainda em conformidade com o mesmo autor, todo usuário que fizer uso ou algum tipo de interferência nos recursos hídricos, seja na implantação de empreendimentos que demandem água (superficial ou subterrânea), em obras e serviços e também para lançamento de efluentes estão sujeitos à outorga. A isenção de outorga só é possível quando a derivação de água se destinar ao sustento doméstico em meio rural e para lançamento de efluentes em pequena quantidade.

Para emissão de outorgas no Estado de São Paulo, o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado (DAEE-SP) utiliza vários métodos de calculo que variam de acordo com área da bacia. No entanto, o método mais usual é aquele empregado a partir dos dados de precipitação. A partir de dados pluviométricos de longo período, estima-se com estatística os três parâmetros: intensidade, duração e frequência. Nesse sentido, para determinar uma vazão, a partir dos dados de chuva é necessário definir o período de retorno<sup>13</sup> e duração característico de uma dada precipitação. Após a determinação do tempo de retorno para as chuvas críticas,

---

<sup>13</sup> Trata-se de um fato de situação extrema de vazante ou cheia. Supondo-se que no caso de uma cheia, o período de retorno é a estimativa para recorrência daquele evento.

os valores obtidos podem ser substituídos em uma equação que vai possibilitar o cálculo da vazão de cheia. (SÃO PAULO, 2011).

Em relação às outorgas nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe, São Paulo (2009) afirma que é a área onde, até 2008 apresentou uma das menores demandas para outorga de água no Estado de São Paulo. Ainda assim a demanda por água superficial é maior do que por água subterrânea, mas não há muita discrepância entre uma bacia e outra, na bacia do rio do Peixe a demanda é pouco maior devido à expansão da área urbana sobre a mesma.

Tanto a outorga como a cobrança pelo uso dos recursos hídricos são instrumentos de gestão que demandam conhecimento acerca da situação dos recursos hídricos na área a ser gerida. Para a realização de uma gestão mais efetiva com aplicação concisa de tais instrumentos, os órgãos ligados ao poder público devem utilizar de algumas técnicas do estudo da vazão, pois acredita-se que esta seja uma das principais ferramentas de estudo utilizadas na gestão dos recursos hídricos. Nesse sentido, os estudos da vazão agregam conhecimento acerca dos processos naturais na bacia.

De acordo com Tucci (2009) os estudos desenvolvidos em hidrologia possibilitam maior envolvimento com a situação dos recursos hídricos, bem como com a preservação da própria bacia hidrográfica. Uma das aplicações de hidrologia pertinente a este trabalho refere-se ao abastecimento geral de água, para tanto os estudos de vazão hidrológica é chave fundamental para a gestão dos recursos hídricos.

#### **4.8 O estudo da vazão e relações com a precipitação**

De acordo com Collischonn (2010) a “vazão é o volume de água que passa por uma seção de um rio dividido por um intervalo de tempo”(COLLISCHONN, 2010, p.145). Usualmente a unidade de medida da vazão se dá em metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ), um metro cúbico equivale a um mil litros de água, expressa pelo volume dividido pelo tempo. O mesmo autor destaca ainda que o escoamento é um fenômeno complexo, pois varia no espaço e no tempo, as variáveis fundamentais aos estudos de vazão são a velocidade e o nível de água.

Considerando o ciclo hidrológico como um sistema global de circulação fechada da água, um método muito utilizado em hidrologia para estimar a vazão é através de índices pluviométricos. O valor da vazão pode ser estimado a partir de dados de chuva, quando em

uma dada bacia há poucas estações fluviométricas ou ausência total, a exemplo de áreas urbanas. No entanto, Tucci (2009) alerta para o grau de incerteza quanto aos dados pluviométricos.

Tal estimativa se dá normalmente para a vazão máxima. Collischonn (2010) afirma que esse método pode ser utilizado de acordo com o tamanho da bacia hidrográfica, geralmente usa-se em bacias de médio a grande porte, especialmente aplicado em áreas urbanas ou em processo de urbanização.

Esse procedimento é denominado chuva de projeto e também é amplamente utilizado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE), mas com a denominação vazão de projeto. Collischonn (2010) define o método da seguinte forma

Uma chuva de projeto é um evento chuvoso idealizado, ao qual está associado um tempo de retorno. Ao utilizar uma chuva de projeto com 10 anos de tempo de retorno como base para a estimativa da vazão máxima usando um modelo de transformação de chuva em vazão, supõe-se que a vazão máxima gerada por esta chuva também tenha um tempo de retorno de 10 anos (COLLISCHONN, 2010, p. 241).

Uma vez que definida a intensidade da chuva de projeto, é necessário também definir a distribuição temporal da mesma, especialmente quando a área de estudo for uma bacia hidrográfica de grande porte, pois nestas a possibilidade de chuvas torrenciais é muito menor, salienta o autor supracitado. Ou seja, havendo um registro de altos índices de precipitação, este deve ser utilizado como referência na previsão de um evento de porte similar na possibilidade de enchentes.

#### **4.9 Variabilidade hidrológica**

Tucci (2002) salienta que a variabilidade hidrológica é um processo estocástico no tempo e no espaço, variando de acordo com um conjunto de condições, seja de clima como a precipitação, evapotranspiração, radiação solar, ou condições físicas como relevo, geologia, geomorfologia e solos e também pela cobertura vegetal e uso do solo, ou mesmo as ações antrópicas sobre o sistema fluvial.

Assim como nos estudos de climatologia, em hidrologia a obtenção de longas séries de dados também é fundamental à análise das tendências, variações e em alguns casos, as mudanças.

Tucci (2009) afirma que:

Para obtenção de dados hidrológicos, estes devem ser medidos em locais definidos como um pluviômetro numa bacia e um posto fluviométrico numa seção de um rio. Desse modo, a determinação de vazão e o hidrograma, resultam de precipitações ocorridas ou com possibilidade de ocorrer (TUCCI, 2009, p. 527).

Desse modo, a ocorrência ou ausência de precipitação representa um elemento de análise de relevante importância, pois através de seu comportamento pode-se caracterizar as estações secas e úmidas. Essas chuvas podem estar relacionadas com as convecções, que são movimentos ascendentes de ar úmido resultante de pressões atmosféricas mais baixas, junto à superfície da terra (AYOADE, 1986).

Conforme salientado por Tucci (2009), o estudo das vazões em hidrologia necessita da análise de um conjunto de parâmetros, sejam eles climáticos, de escoamento e aqueles característicos da área receptora (geologia, topografia, solos, vegetação, urbanização entre outros).

Em relação ao estudo das vazões pelos parâmetros de escoamento Chevallier (2009) afirma que

[...] para os estudos de vazão, faz-se necessário o cálculo de vazão média ( $Q$ ), máxima e mínima. Para tanto, há vários métodos, porém, os mais usados são por capacidade de fluxo e por medição das velocidades do fluxo, este representa mais de 80% das medições de vazão realizados no mundo e no Brasil (CHEVALLIER, 2009, p. 501).

Okawa (2009) utiliza em seu trabalho o conceito da vazão média mínima, onde esta é representada por um período de 7 dias de duração com tempo de retorno de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ), assim para a caracterização do potencial de abastecimento de um curso d'água para suprimento das demandas locais. Estabeleceu-se a duração de sete dias, pois este intervalo de tempo engloba as variações de demanda em uma semana completa (incluindo finais de semana) e fixou-se o período de retorno em 10 anos por julgar-se aceitável que, em todo o

ano, houvesse 10% de probabilidade de que a vazão ficasse abaixo do valor mínimo exigido pela demanda.

A variação nos padrões de chuvas é um importante fator que deve ser considerado, especialmente os períodos sazonais, pois em períodos de cheia há risco de enchentes e períodos de seca o risco é de perda de cultura em áreas cultiváveis e queimadas em áreas mais quentes. O padrão de chuvas numa grande bacia hidrográfica é um importante fenômeno para a compreensão da variação das vazões, entre outros fatores que também influenciam no comportamento de escoamento do fluxo fluvial (MELLER *et al.*; 2005).

Tucci (2001) destaca que o país apresenta precipitações superiores a 1.000 mm, com exceção da região Nordeste que possui níveis inferiores a 500 mm<sup>14</sup>. Os períodos mais chuvosos são conseqüentemente aqueles em que as respostas da vazão hidrológica corresponde com altas magnitudes de fluxo.

Nesse sentido, a distribuição dos recursos hídricos no país também não é regular. Em conformidade com o mesmo autor, somente a região amazônica representa mais de 70% de recursos hídricos superficiais gerados no país. Vale destacar que a resposta da precipitação no escoamento superficial varia de acordo com a forma da bacia hidrográfica (TUCCI & CLARK, 1997).

No sub-item referente às características climáticas do Oeste Paulista apresenta-se a variação da pluviosidade, bem como os períodos sazonais.

#### **4.10 A vazão específica média**

O monitoramento hidrométrico em muitos pontos de uma bacia hidrográfica nem sempre é possível de ser estabelecido. Ainda por que, de acordo com Lima *et al.* (2008) trata-se de uma atividade que requer disponibilidade de recursos financeiros e humanos, o que muitas vezes dificulta o monitoramento igualmente distribuído em grandes bacias hidrográficas. Na busca por aperfeiçoar os dados disponíveis, uma técnica amplamente utilizada em hidrologia é a regionalização de vazão.

A regionalização de vazões é uma técnica utilizada para subsidiar a má distribuição de postos hidrométricos em locais com pouca ou nenhuma disponibilidade de dados, considerada uma ferramenta muito importante para o gerenciamento dos recursos hídricos (SILVEIRA, 2006).

---

<sup>14</sup> Dados de média de precipitação anual para toda região nordeste.

Para Tucci (2002), o termo regionalização refere-se à transferência de informações de um local para outro, desde que dentro de uma mesma área geográfica ou com comportamento hidrológico semelhante.

Neste trabalho adotou-se para determinar a capacidade de geração de vazão nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe o índice da vazão específica média, determinado pela razão entre vazão de escoamento e área de drenagem. A partir da área de drenagem é possível estimar a vazão que passa por outros pontos da bacia (Tucci, 2002).

Esse índice deve ser utilizado apenas em áreas com baixa densidade de estações fluviométricas, a partir de um software de geoprocessamento é possível obter ao menos a ordem de grandeza da vazão ao longo do curso do rio (Lima *et al.*; 2008).

Tucci (2002) alerta para a tendência de redução da vazão específica conforme o aumento do tamanho da bacia e o comprimento do rio. Dessa forma assegura que as cabeceiras costumam apresentar maiores precipitações e declividade, isso reflete no efeito de armazenamento a jusante de um rio.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 ... O inventário das Estações fluviométricas das Bacias Hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe**

Na bacia hidrográfica do rio Aguapeí foram inventariadas quatro estações fluviométricas com dados hidrológicos disponíveis, trata-se das estações Nova Fátima no município de Guaimbê, estação Fazenda Bom Retiro no município de Luisiania, estação Rinópolis/Piacatu no município de Rinópolis e estação Valparaíso/Adamantina, localizadas em Valparaíso, no entanto este estudo adotou três estações para análise de dados, considerando uma no alto curso, uma no médio curso e a terceira no baixo curso do rio principal da bacia.

Destefani (2005) salienta a importância do reconhecimento das características das estações fluviométricas utilizadas no estudo, pois fatores como a localização geográfica e/ou a altitude podem contribuir significativamente nos resultados da análise do regime de vazões, avanços de massas de ar, eventos de precipitações locais, entre outros.

Os dados de cada estação foram organizados de forma sucinta na tabela a seguir:

*Tabela 4- Inventário das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do rio Aguapeí com séries históricas com dados hidrológicos de vazão*

<b>Prefixo/ código</b>	<b>Nome da estação</b>	<b>Município</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Curso d'Água</b>	<b>Download da Série Histórica dos Dados de vazão</b>	<b>Anos com falhas</b>
63100000	Nova Fátima	Guaimbe	21 46 49	49 48 33	1092	Aguapeí	1969-1997	1969, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1997
63160000	Fazenda Bom Retiro	Luisiania	21 42 52	50 17 27	3670	Aguapeí	1948-2003	Sem falhas
63165000	Rinópolis/Piacatu	Rinópolis	21 39 07	50 38 14	6217	Aguapeí	1971-2000	1977, 1984, 1987
63180000	Valparaíso/Adama ntina	Valparaíso	21 25 53	51 00 54	8643	Aguapeí	1970-2000	1970, 1995, 1996, 1999, 2000, 2001, 2002

Fonte: ANA, DAEE (2010, 2011)

A estação fluviométrica Fazenda Bom Retiro é aquela que possui maior série histórica dentre as três, tendo início de monitoramento no ano de 1948 até 2003. Está localizada a  $21^{\circ}42'52''$  de latitude e  $50^{\circ}17'27''$  de longitude, a área de abrangência desta estação é de 3670 quilômetros quadrados e de modo geral foi a aquela que apresentou menor quantidade de falhas na série histórica.

A estação fluviométrica Nova Fátima, por sua vez, é aquela que possui maior quantidade de anos com falhas, embora a série histórica seja de 1969 a 1997, muitos anos da série tiveram que ser preenchidos, conforme metodologia. Essa estação localiza-se na latitude  $21^{\circ}46'49''$  e longitude  $49^{\circ}48'33''$ , a área de abrangência desta estação é de 1092 quilômetros quadrados.

Já a estação Valparaíso/Adamantina, mais a jusante do rio Aguapeí, com uma área de abrangência de 8643 quilômetros quadrados, apresenta uma série histórica bastante irregular, pois dentre o período de 1970 até 2000 há um total de sete anos de falhas. Esta localiza-se a  $21^{\circ}25'53''$  de latitude e  $51^{\circ}00'54''$  de longitude.

As três estações fluviométricas com dados hidrológicos disponíveis, inventariadas na bacia do rio do Peixe são Estrada do Quatá, no município de Tupã, Flora Rica/Emilianópolis em Flora Rica e estação Bairro São Geraldo no município de Marília, conforme tabela abaixo:

Tabela 5- Inventário das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do rio do Peixe com séries históricas de dados hidrológicos de vazão

Prefixo/ código	Nome da estação	Município	Latitude	Longitude	Área (Km <sup>2</sup> )	Curso d'Água	Download da Série Histórica dos Dados de vazão	Anos com falhas
63670000	Avencas/Oscar Bressani	Echaporã	22 16 00	50 08 52	1061	Peixe	1970-1977	Sem falhas
63810000	Flora Rica/Emilianópolis	Flora Rica	21 44 38	51 26 41	7422	Peixe	1970-1977	Sem falhas
63650000	Bairro São Geraldo	Marília	22 18 25	50 01 38	7340	Peixe	1967-2003	1972, 1977, 1978, 1997, 1998, 1999, 2000, 2003
63710000	Estrada do Quatá	Tupã	22 3 46	50 36 34	2883	Peixe	1962-2007	1962, 1979, 1980, 1984 a 1988, 1992 a 1999
63805000	Florida Paulista	Florida Paulista	21 43 28	51 16 35	287	Peixe	Não há dados	

Fonte: ANA, DAEE (2010, 2011)

A estação fluviométrica Bairro São Geraldo é a estação mais a jusante do rio do Peixe, possui maior série histórica compreendendo os anos de 1967 até o ano de 2003, oito destes anos apresentam falhas, que foram preenchidas conforme metodologia. A área de abrangência da referida estação fluviométrica é de 7.340 quilômetros quadrados, e a localização geográfica é 22°18'25" de latitude e 50°01'38" de longitude.

Em Tupã a estação fluviométrica com maior série histórica na bacia do rio do Peixe, com início no ano de 1962 até 2007, a área dessa bacia corresponde a 2.883 Km<sup>2</sup> de abrangência. A localização geográfica é 22°3'46" de latitude e 50°36'34" de longitude.

Já a estação Flora Rica/Emilianópolis, a estação mais a jusante do rio do Peixe, com uma área de abrangência de 7.422 Km<sup>2</sup>, também apresenta série histórica curta, de 1970 a 1977. Esta localiza-se a 21°44'38" de latitude e 51°26'41" de longitude.

## 5.2 Os períodos hidrológicos nos rios Aguapeí e Peixe

Rocha (2009) apresentou estudo prévio das médias anuais nas bacias hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe e observou que houve alterações nos padrões interanuais, com ênfase para o período após o ano de 1970.

Também em Andrade e Rocha (2011) foram identificados três períodos hidrológicos nas referidas bacias hidrográficas. Tais estudos motivaram o presente trabalho e o aprofundamento nos estudos acerca da distribuição da vazão nestes rios.

Através da análise dos dados da série completa, foi possível notar que, quanto mais a jusante, maior é o valor da vazão de um rio. Tal assertiva se confirma a partir da verificação dos valores da vazão média geral para a série completa, de acordo com dados da tabela abaixo:

*Tabela 6- Distribuição da vazão média da série ao longo do curso d'água nas bacias hidrográfica dos rios Aguapeí e Peixe*

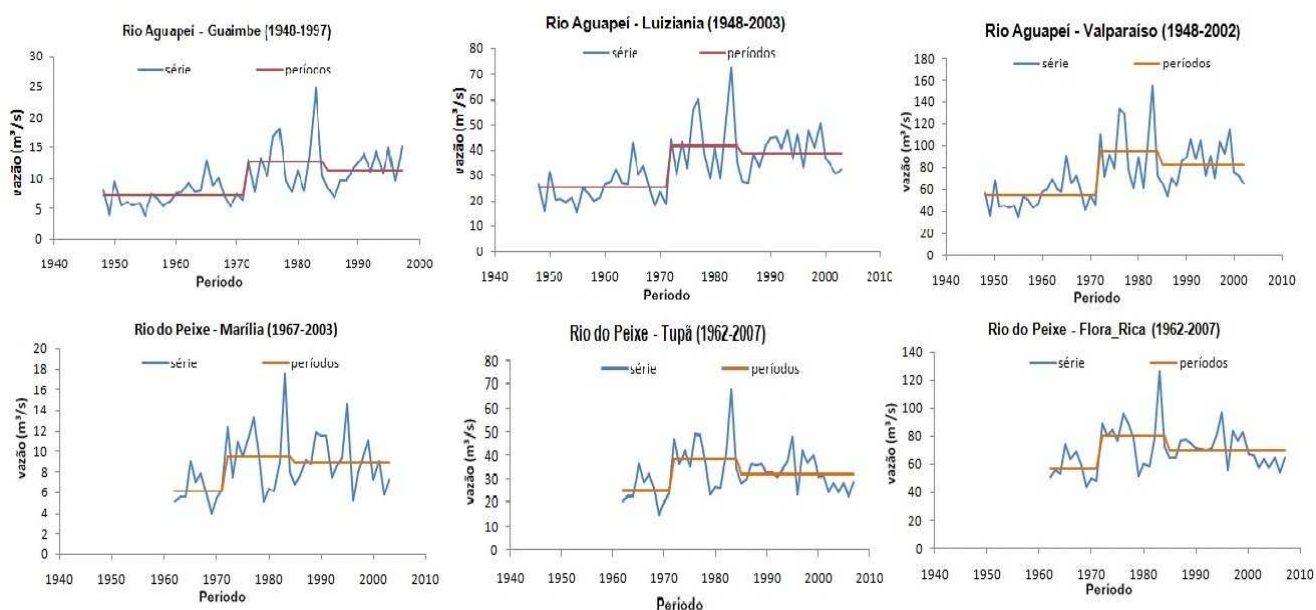
	<b>Alto curso (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Médio curso (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Baixo curso (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Rio Aguapeí</b>	9,70	33,88	73,67
<b>Rio do Peixe</b>	8,53	32,67	69,97

Fonte: ANA, DAEE (2010)

A partir dos dados acima, verifica-se que na bacia do rio Aguapeí, a estação fluviométrica localizada no município de Guaimbe apresenta a menor magnitude de fluxo por

localizar-se mais a montante. Enquanto que a estação de Valparaíso mais a jusante, apresenta maior magnitude de fluxo. O mesmo critério aplica-se ao comportamento da vazão na bacia do rio do Peixe. Neste a estação mais a montante localiza-se no município de Marília.

Através das oscilações no gráfico da vazão média ao longo da série histórica foi possível identificar os períodos hidrológicos, em cada vez que o gráfico tomava uma trajetória assumindo maior ou menor intensidade, o que possibilitou observar mudanças na magnitude da vazão, conforme figura a seguir:



*Figura 6- Representação dos períodos hidrológicos ao longo da série histórica das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe*

A partir dos gráficos apresentados na figura acima é possível observar que os três períodos hidrológicos identificados nas duas bacias hidrográficas têm a mesma característica na linha do tempo, pois os pontos de inflexão do gráfico (que representa a mudança de um período para o outro) aparecem nos mesmos anos da série nas duas bacias hidrográficas.

No que se refere à variação na magnitude da vazão em ambas bacias hidrográficas, verifica-se que o comportamento da vazão se assemelha mais entre os postos de médio e baixo curso.

Os períodos hidrológicos identificados na bacia hidrográfica do rio Aguapeí de foram de 1948 a 1970, de 1971 a 1984 e de 1985 a 2000, conforme série histórica de dados. Não muito diferente, na bacia hidrográfica do rio do Peixe, os períodos hidrológicos também

apresentam o mesmo comportamento, com a diferença que nesta, a série tem início no ano de 1962 até 2007, mas os últimos anos não são considerados neste estudo, pois acredita-se que a partir desse período possa ocorrer um outro período hidrológico, mas ainda não há dados concretos para tal proposição.

*Tabela 7- Valores de média e desvio padrão da série estudada para as estações monitoradas*

	Alto Peixe	Alto Aguapeí	Médio Peixe	Médio Aguapeí	Baixo Peixe	Baixo Aguapeí
<b>Q<sub>m</sub> até 71</b>	6,15	7,17	24,08	25,11	56,70	54,97
<b>Q<sub>m</sub> 71 - 84</b>	9,49	12,71	38,4	41,62	79,60	95,38
<b>Q<sub>m</sub> 85 - 00</b>	8,98	11,38	32,3	38,78	70,09	82,92
<b>DP até 71</b>	1,46	2,01	6,6	6,26	9,67	13
<b>DP 71 - 84</b>	3,40	4,84	12,4	13,42	18,93	29,42
<b>DP 85 - 00</b>	2,33	2,6	1,7	7,16	10,18	17,19

Dados obtidos de média anual de série histórica entre as décadas de 1940 até os anos 2000.

Q<sub>m</sub> (Vazão média em m<sup>3</sup>/s); DP (desvio padrão da série)

Fonte: ANA, SIGRH (2010)

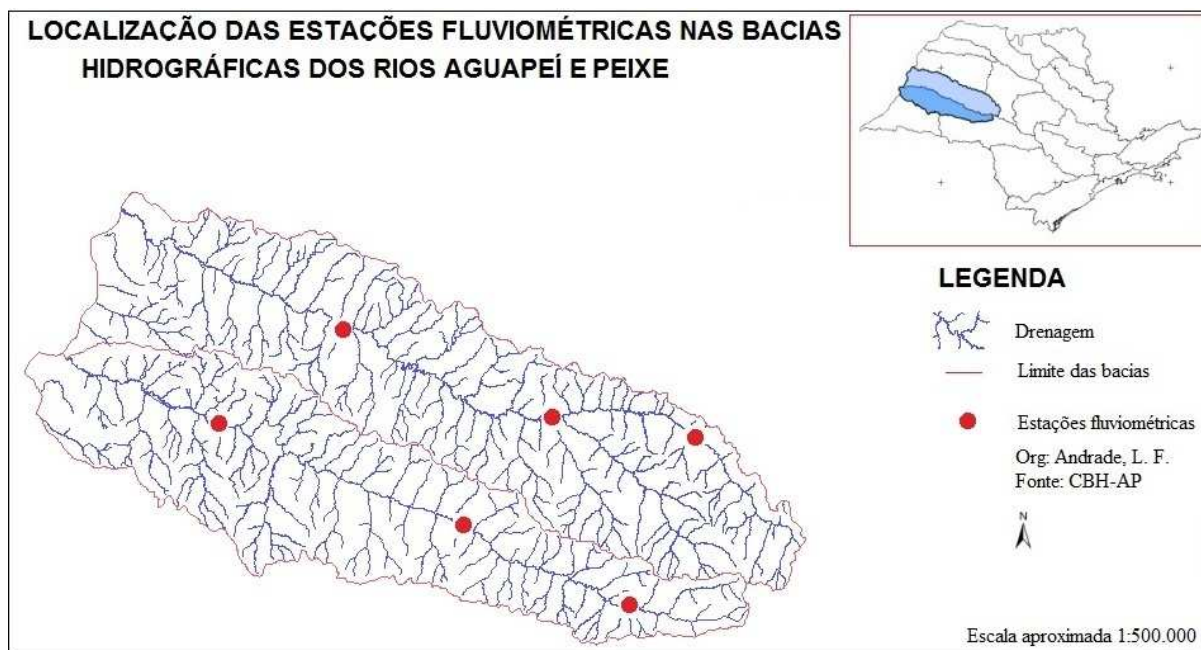
A tabela 7 apresenta a vazão média para cada período hidrológico, a intensidade da variação da mesma, bem como o desvio padrão calculado para cada período hidrológico, a partir do qual é possível identificar um comportamento sistemático durante o segundo período hidrológico que compreende os anos de 1971 a 1984 ao longo das estações fluviométricas.

Posteriormente, no terceiro período hidrológico, entre os anos de 1985 a 2000, é notória a mudança no comportamento com valores de vazão já um tanto menores. Tais mudanças mostram que o comportamento hidrológico não é estático, sendo assim os estudos da variabilidade hidrológica sumamente importante à gestão dos recursos hídricos.

### **5.3 A vazão específica média nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe**

Conforme mencionado anteriormente, a vazão específica é a vazão média distribuída pela área de drenagem da bacia hidrográfica. Nesse sentido, o presente estudo apresenta a vazão específica de acordo com a área de abrangência de cada estação fluviométrica. As estações selecionadas para análise de dados nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe

e localizam-se no curso principal das respectivas bacias, conforme apresentadas na figura abaixo.



*Figura 7- Localização das estações fluviométricas nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe*

A vazão específica média no primeiro período hidrológico identificado no rio Aguapeí apresenta uma distribuição de forma que as áreas de montante e jusante contêm vazão específica de igual valor, sendo este inferior àquele correspondente à área de médio curso. Uma vez que, de acordo com Tucci (2002), a vazão específica deve diminuir conforme aumenta o tamanho da bacia hidrográfica.

*Tabela 8- Distribuição da vazão específica média no primeiro período hidrológico na bacia hidrográfica do rio Aguapeí por estação fluviométrica*

<b>Rio Aguapeí</b>	<b><math>Q_{em}</math> l/s.km<sup>2</sup></b>
Alto curso	0,00600
Médio curso	0,00700
Baixo curso	0,00600

$Q_e$  (vazão específica média)

Fonte: Andrade, L.F.

Em relação à distribuição da vazão específica média no segundo período hidrológico (1972-1984), verifica-se uma mudança de comportamento na variação da vazão ao longo do curso principal da bacia, de modo que a estação fluviométrica do médio curso tem um valor

muito aproximado da estação de médio, a tabela abaixo apresenta a distribuição da vazão específica média ao longo do rio Aguapeí no referido período.

*Tabela 9- Distribuição da vazão específica média no segundo período hidrológico na bacia hidrográfica do rio Aguapeí*

<b>Rio Aguapeí</b>	<b>Q<sub>em</sub> l/s.km<sup>2</sup></b>
Alto curso	0,00000
Médio curso	0,01200
Baixo curso	0,01100

Q<sub>e</sub> (vazão média)

Fonte: Andrade, L.F.

A mesma situação foi observada no terceiro período hidrológico da série no rio Aguapeí, mudando apenas os valores, houve pequena redução nos valores da vazão específica média neste período hidrológico, conforme apresentado na tabela 10.

*Tabela 10- Distribuição da vazão específica média no terceiro período hidrológico na bacia hidrográfica do rio Aguapeí*

<b>Rio Aguapeí</b>	<b>Q<sub>em</sub> l/s.km<sup>2</sup></b>
Alto curso	0,00000
Médio curso	0,01100
Baixo curso	0,01000

Q<sub>e</sub> (vazão específica média)

Fonte: Andrade, L.F.

A partir da série histórica de dados das três estações fluviométricas ao longo do rio Aguapeí e através do correlacionamento de dados por regressão de potência (medida estatística) foram estimados valores de vazão específica para toda a bacia hidrográfica, considerando-se a área total da mesma. A figura 8 apresenta os gráficos que ilustram de forma direta e objetiva a tendência de distribuição da vazão específica ao longo da série conforme períodos hidrológicos identificados.

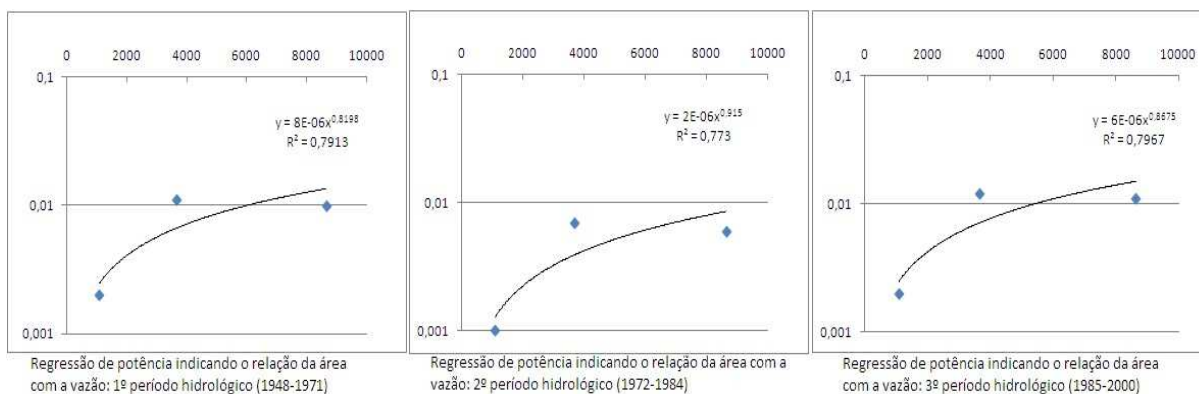


Figura 8- Gráfico de tendência da distribuição da vazão específica média ao longo da série histórica de dados na bacia hidrográfica do rio Aguapeí nas três estações fluviométricas observadas

Conforme apontado por Tucci (2002), quanto mais próximo de 1, o expoente é um indicativo de que a vazão específica tem pouca variação em relação à área da bacia. A tabela 11 apresenta o produto dessa correlação de dados.

Tabela 11- Dados estimados de vazão específica para a bacia do rio Aguapeí nos três períodos hidrológicos identificados

Bacia hidrográfica do rio Aguapeí			
área (km <sup>2</sup> )	Q <sub>em</sub> - 1º per. (l/s.km <sup>2</sup> )	Q <sub>em</sub> - 2º per. (l/s.km <sup>2</sup> )	Q <sub>em</sub> - 3º per. (l/s.km <sup>2</sup> )
1	0,20000	0,60000	0,80000
10	1,64449	4,42233	5,28311
100	1,35217	3,25950	0,34889
1000	1,11181	2,40243	2,30404
3000	3,03806	6,23095	5,67066
6000	5,72847	11,36835	10,00964
10000	9,14176	17,70726	15,21563

Q<sub>em</sub> (vazão específica média). Os valores de áreas foram estimados, considerando que a bacia hidrográfica possui 13.196 km<sup>2</sup> e que essas medidas correspondam a área de abrangência de um afluente do rio principal, seja de 2ª, 3ª, 4ª ordem ou superior. Fonte: Andrade, L.F.

Possivelmente o fator localização influencie profundamente no comportamento hidrológico das bacias hidrográficas. Nesse sentido, o presente trabalho indica a existência de três períodos hidrológicos nas duas bacias em estudo. A seguir serão apresentados os

períodos hidrológicos identificados na bacia do rio do Peixe e as vazões específicas médias correspondentes.

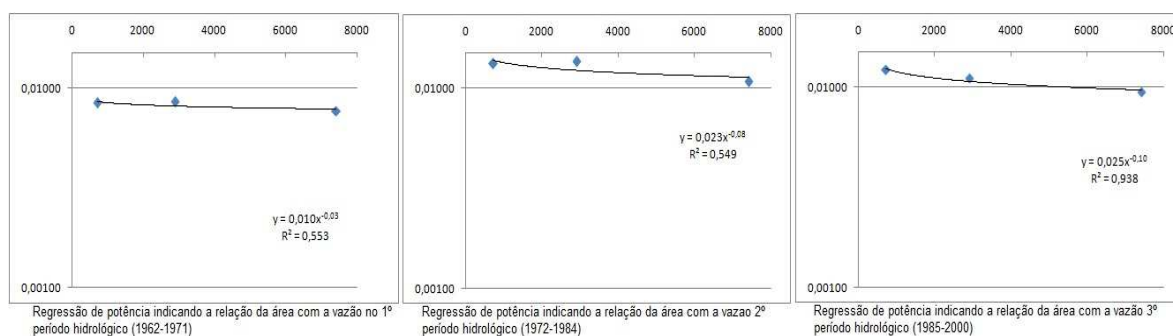
*Tabela 12- Distribuição da vazão específica média por período hidrológico na bacia hidrográfica do rio do Peixe por estação fluviométrica*

Rio do Peixe	Q <sub>e</sub> - 1º per. (l/s.km <sup>2</sup> )	Q <sub>e</sub> - 2º per. (l/s.km <sup>2</sup> )	Q <sub>e</sub> - 3º per. (l/s.km <sup>2</sup> )
Alto curso	0,00838	0,01323	0,01223
Médio curso	0,00847	0,01358	0,01109
Baixo curso	0,00764	0,01077	0,00944

Fonte: Andrade, L.F.

Conforme pode-se observar na tabela acima, os três períodos hidrológicos identificados na série histórica da bacia do rio do Peixe apresentam variações negativas do médio para o baixo curso, assim como na bacia do rio Aguapeí. Com uma diferença que nesta os valores de vazão são maiores do que na bacia do Peixe.

A figura 9 apresenta a correlação entre os dados da vazão específica média obtidos ao longo do curso do rio do Peixe e a área de abrangência de cada estação fluviométrica.



*Figura 9- Gráficos de tendência da distribuição da vazão específica média ao longo da série histórica de dados na bacia hidrográfica do rio do Peixe nas três estações fluviométricas observadas*

A correlação entre os dados de vazão específica média e área das estações fluviométricas nessa bacia resultou de informações bastante diferentes dos resultados obtidos na bacia do rio Aguapeí, pois o R<sup>2</sup> foi inferior a 0,7, não havendo, portanto, variações significativas na vazão específica média, o que indica que nesta há menor correlação entre os dados hidrológicos e a área da bacia. O resultado desse correlacionamento e apresentado na tabela 13.

Tabela 13- Dados estimados de vazão específica para a bacia do rio do Peixe nos três períodos hidrológicos identificados

<b>Bacia hidrográfica do rio do Peixe</b>			
<b>área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Q<sub>em</sub> - 1º per. (l/s.km<sup>2</sup>)</b>	<b>Q<sub>em</sub> - 2º per. (l/s.km<sup>2</sup>)</b>	<b>Q<sub>em</sub> - 3º per. (l/s.km<sup>2</sup>)</b>
1	0,01000	0,01591	0,01652
10	0,01072	0,01600	0,01653
100	0,01148	0,01609	0,01654
1000	0,01230	0,01618	0,01655
3000	0,01271	0,01622	0,01656
6000	0,01298	0,01625	0,01656
10000	0,01318	0,01627	0,01656

Q<sub>em</sub> (vazão específica média). Os valores de áreas foram estimados, considerando que a bacia hidrográfica possui 10.769 km<sup>2</sup> e que essas medidas correspondam a área de abrangência de um afluente do rio principal, seja de 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> ordem ou superior. Fonte: Andrade, L.F.

Os resultados do correlacionamento dos dados para estimativa da vazão específica média em locais onde não há estações de monitoramento de vazão na bacia do rio do Peixe mostram claramente que, quanto mais próximo de um seja o expoente de área, maior é a variação nos dados de vazão específica média.

## 6. CONCLUSÕES

Este trabalho foi um ensaio de possíveis análises que podem ser desenvolvidas acerca do comportamento hidrológico em busca de respostas no âmbito da bacia hidrográfica, uma vez que o banco de dados existentes, apresenta somente dados referentes ao curso principal da bacia hidrográfica, de modo que a vazão dos cursos secundários sejam estimados com base em modelos matemáticos, havendo o risco de ter menor confiabilidade.

Ao considerar apenas as estações pluviométricas para emissão de outorgas, os órgãos de gestão dos recursos hídricos podem ignorar as vazões reais que são obtidas apenas pelas estações fluviométricas. Nesse sentido, o próprio Departamento de Águas e Energia do Estado de São Paulo (DAEE) informou que o monitoramento das vazões é realizado através de estimativas de níveis através dos dados coletados dos postos de monitoramento de chuvas.

Ainda com relação à metodologia adotada pelo DAEE-SP, acredita-se que essas estimativas com base em dados de série histórica já não sejam plenamente satisfatórias pois as disponibilidades para outorga podem estar sendo subestimado ou mesmo superestimado.

Uma vez que se pretenda recolher uma taxa pelo uso dos recursos hídricos é importante que se tenha dados concretos da disponibilidade de tais recursos, na prática essa teoria pode ser falha, por considerar apenas os aspectos climáticos da área, negligenciando as ações antrópicas na bacia hidrográfica que por sua vez introduzem mudanças na cobertura vegetal da terra, alterando sobretudo a dinâmica fluvial.

Usualmente o tipo de cultura varia entre uma década e outra em áreas com predomínio de ocupação rural, como é caso das bacias hidrográficas em questão. Considerando tais mudanças de uso e seus reflexos na dinâmica da vazão hidrológica, seria interessante aos órgãos de gestão reativar as estações fluviométricas nas bacias, pois estas foram desativadas no início dos anos 2000.

Este estudo foi pautado na necessidade de mostrar que a vazão hidrológica varia seu comportamento em média entre uma década e outra, em um ritmo variável conforme as mudanças nos tipos de cultura. Sabe-se que tais mudanças podem ser influenciadas por diversos fatores, inclusive pela morfometria da bacia hidrográfica, que inclusive, é um aspecto pouco explorado especificamente na área de estudo.

Outra importância do presente estudo é alertar o poder público para os níveis do comportamento hidrológico nos anos atuais, uma vez que é presente a articulação da política de cobrança, acredita-se que a identificação dos níveis hidrológicos seja uma importante

ferramenta para subsidiar a gestão. Pois assim como foram identificados deferentes períodos hidrológicos ao longo da série, a averiguação dos níveis atuais pode ser ainda mais valiosa.

Por fim, espera-se que para que seja implementada a política de cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe os órgãos gestores podem também articular ações favoráveis ao fortalecimento do laço de confiabilidade por parte dos usuários sobre o poder público. Pois de acordo com o próprio Comitê<sup>15</sup> dessas bacias o prazo para tal implementação já foi prorrogado duas vezes devido aos desafios ligados a não aceitação do novo sistema pelos grandes usuários entre outros fatores de ordem burocrática como falta de recursos humanos

---

<sup>15</sup> Informação adquirida informalmente no seminário dos Recursos hídricos ocorrida na Faculdade de Ciências e Tecnologia no dia 07/10/2011

## 7. REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. F. Rocha, P. C.; Avaliação do comportamento hidrológico dos rios Aguapeí e Peixe no oeste paulista. In: XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Dourados, MS, **Anais ...**, 2011

ARAUJO, A. P. **Dinâmica fluvial do Córrego do Cedro e processos de erosão marginal**. 2007. 85f. Monografia de Bacharelado – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente/SP

ARAUJO, A. P. **Dinâmica fluvial e regime hidrológico na bacia hidrográfica do rio Paranapanema**. 2011. 151f. Dissertação (mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, (em fase de publicação)

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; Revisão Sueli Bastos; Coordenação editorial Antonio Christofolletti. São Paulo: Difel, 1986. p. 159-176.

BOIN, M. N. **Erosão e chuvas no Oeste Paulista: Uma análise climatológica aplicada**. 2000. 264f. Tese (Doutorado em Geociências e meio ambiente) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). Disponível em: <[www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)> acesso em: 22 de set. 2011

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas (ANA). **A Implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos e Agência de Águas das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. Brasília: ANA, SAG, 2007. p. 18

\_\_\_\_\_. Legislação Nacional de Recursos. Promulgada em 8 de janeiro de 1997. Disponível em < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Águas (ANA). **Gerência de outorga**. 2001 Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/Outorga/default2.asp>> acesso em 15 de ago de 2011

CÁNEPA, E. M.; PEREIRA, J. S.; LANNA, A. E. L. A Política de Recursos hídricos e o princípio usuário-pagador (PUP). In: **Rev. Brasileira de Recursos Hídricos**. v.4, n1 jan/mar 1999, p 103-117.

CESAR, J. C.; BOM, R.; RIBEIRO, M. **O que é a cobrança da água**. Disponível em: <[http://www.rededasaguas.org.br/ferramentas/o\\_que\\_e.htm](http://www.rededasaguas.org.br/ferramentas/o_que_e.htm)> acesso em 15 de jun 2011.

CHEVALLIER, P. Aquisição e processamento de dados. In: TUCCI, Carlos, E. M. **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 4ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007, p. 485-501.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. p. 81-85, II.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial: O canal fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981, v1. p.77-82

COLLISCHONN, W. Introduzindo a hidrologia. Disponível em <[http://galileu.iph.ufrgs.br/collischonn/apostila\\_hidrologia/apostila.html](http://galileu.iph.ufrgs.br/collischonn/apostila_hidrologia/apostila.html)> acessado em 21 de set de 2011.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: \_\_\_\_\_ **Geomorfologia e meio ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p 337- 379

Destefani, E. V. (2005) **Regime hidrológico do Rio Ivaí – PR**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá.

FRANSCISCO, C. F. **Análise ambiental e conseqüências do desmatamento no município de Presidente Prudente no período de 1917 a 1986**. 242 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

GRANZIERA, M. L. M. A Cobrança pelo uso da água. In: **Rev. Cej**. Brasília. n.12. set - dez 2000. p 71-74

LANNA, E. L. Gestão dos Recursos Hídricos. In: **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 4ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007, p. 727- 768.

LEAL, A. C.; **Gestão das águas no Pontal do Paranapanema**, 2000. 279f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M.; SILVA, F. A. M.; SANO, E. E. Variabilidade espaço-temporal da vazão específica média no Estado de Goiás. In: Simpósio Internacional de Savanas Tropicais. II, 2008, Brasília: **Anais...** 2008, p 1-6.

MONBEIG, P. **Pioneiros e Fazendeiros de São Paulo**. 2ª Edição. Tradução de Ary França e Raul de Andrade e Silva. São Paulo: Hucitec & Polis. 1984.

MELLER, A.; ALLASIA, D. G. ; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. Sensibilidade do regime hidrológico de bacias hidrográficas à variabilidade da precipitação. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa. **Anais...**, 2005.

MOTTA, R. S. **Utilização de critérios econômicos Para a valorização da água no Brasil**. IPEA: Rio de Janeiro. 1998. p 25-30.

NUNES, J. O. R.; FREITAS, R.; PEREZ, I. U. **Mapeamento geomorfológico no município de Presidente Prudente – SP**. v 1. UNESP e FAPESP: Laboratório de solos, 2007 p16

NUNES JUNIOR, T. T.; MAGALAHÃES JUNIOR, A. P. Perspectivas de Efetivação da Cobrança pelo Uso da Água no Brasil com Base no Caso da Porção Mineira da Bacia do Paraíba do Sul. In: **Rev. Brasileira de Recursos Hídricos**, v 14, n 3, 2009. p 17-26.

OKAWA, C. M. P. **Em busca do hidrograma ecológico para a planície de inundação do alto rio Paraná: considerações iniciais**. 2009. 80 f. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

POFF, H.L., ALLAN, D., BAIN, M.B., KARR, J.R., PRESTEGAARD, K.L., RICHTER, B.D., SPARKS, R.E., & STROMBERG, J.C., 1997. **The natural flow regime**: a paradigm for river conservation and restoration. *Bioscience*, vol. 47, n. 11. p. 769-784.

RAMOS, M. Gestão de Recursos Hídricos e cobrança pelo uso da água. Disponível em <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/3275/Tnunes.pdf?sequence=1>> acessado em 22 de jun 2011.

ROCHA, P. C.; O regime de fluxo dos Rios Aguapeí e Peixe, Bacia do alto Paraná/Brasil: alterações e formas de impacto. In: XII ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA

LATINA, 12, 2009, Montevideo: **Anais XII** Encuentro de Geógrafos de América Latina: Universidad de la República, 2009. p. 1-12.

SANT'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo: Contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica**. 1995, 202 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SÃO PAULO. Comitê das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe. 2009 **Relatório 2 Região hidrográfica Aguapeí /Peixe**. Disponível em <[http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/sigrh\\_carrega.exe?f=/basecon/RelatorioSituacao2009/RSresumo2009.html](http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/sigrh_carrega.exe?f=/basecon/RelatorioSituacao2009/RSresumo2009.html)> acessado em 02 de jun. 2011.

\_\_\_\_\_. Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Disponível em <[http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=72%3Ahidrometeorologia&catid=43%3Ahidrometeorologia&Itemid=30](http://www.dae.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=72%3Ahidrometeorologia&catid=43%3Ahidrometeorologia&Itemid=30)> acessado em 14 de abr de 2011.

\_\_\_\_\_. Legislação Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo: promulgada em 30 de dezembro de 1991. Disponível em <[http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/lrh2000/LE/Leis/03\\_LEI\\_n\\_7663\\_de\\_30\\_de\\_dezembro\\_de\\_1991.htm](http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/lrh2000/LE/Leis/03_LEI_n_7663_de_30_de_dezembro_de_1991.htm)> acessado em 21 de mai de 2011.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 12.183 de 29 de dezembro de 2005. Regulamenta os dispositivos que regulamenta a Lei de Cobrança pelo uso dos recursos hídricos no domínio do Estado de São Paulo. Disponível em <<http://www.dae.sp.gov.br/legislacao/arquivos/715/LE12183.pdf>> acessado em 13 de mai de 2011.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. Elaboração do Plano estadual de Recursos Hídricos, seu Programa de Investimentos e a Regulamentação da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos, do Estado de São Paulo: **impacto da cobrança pelo uso da Água por tipo de usuário**. 2004. Disponível em <[http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/AROS/RELATORIO/CRH/1054/r9\\_impacto.pdf](http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/AROS/RELATORIO/CRH/1054/r9_impacto.pdf)> acessado em 12 de jul de 2011.

\_\_\_\_\_. Secretaria do meio ambiente. Plano de manejo do Parque Estadual Morro do Diabo – **Plano de Manejo**. Coord. Editorial Helder H. Faria e Andréa S. Pires. Editora Viena. São Paulo, 2006. p. 39-40.

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (SIGRH). Disponível em: <

[http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/RelatorioSituacao2009/2\\_AguapeiPeixe.pdf](http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/RelatorioSituacao2009/2_AguapeiPeixe.pdf)>

Acesso em: 02 de jun. 2010

SOUZA, C. G. **Análise dos episódios climáticos extremos no oeste paulista a partir das notícias veiculadas pela imprensa local.** 2005, Disponível em: <

[http://www4.fct.unesp.br/grupos/gaia/publicacoes/monografias/monografia\\_camila\\_grosso\\_d\\_e\\_souza%5B1%5D.pdf](http://www4.fct.unesp.br/grupos/gaia/publicacoes/monografias/monografia_camila_grosso_d_e_souza%5B1%5D.pdf)> acesso em: 18 de out. 2010.

TUCCI, C. E. M.; CLARK, R. T. Impactos das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: Revisão. In: **Rev. Brasileira de Recursos Hídricos**. v.2, n.1, 1997, p 135-152

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de vazões.** Rio Grande do Sul: Ed. Universidade/UFRGS, 2002. p.14

TUCCI, Carlos E. M. Vazão Máxima e hidrograma de projetos. In: \_\_\_\_\_ **Hidrologia: Ciência e aplicação.** 4ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007, p. 527-539.

TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez.** São Paulo: Rima. 2. Ed. 2005. p 68 - 88.