



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE EDUCAÇÃO  
COORDENAÇÃO DE HISTÓRIA E GEOGRAFIA  
CURSO: ESPECIALIZAÇÃO EM GEOAMBIÊNCIA E RECURSOS HÍDRICO DO SEMI  
ÁRIDO

**TAÍSA FERNANDA DE ARAÚJO SILVA SOUZA**

**A IMPORTÂNCIA DA INTEGRAÇÃO DAS GESTÕES TERRITORIAL E DOS  
RECURSOS HÍDRICOS PARA REDUÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO AMBIENTAIS  
NO PERÍMETRO URBANO DA MICROBACIA DO RIACHO AROEIRAS**

**CAMPINA GRANDE  
2011**

**TAÍSA FERNANDA DE ARAÚJO SILVA SOUZA**

**A IMPORTÂNCIA DA INTEGRAÇÃO DAS GESTÕES TERRITORIAL E DOS  
RECURSOS HÍDRICOS PARA REDUÇÃO DOS IMPACTOS SÓCIO AMBIENTAIS  
NO PERÍMETRO URBANO DA MICROBACIA DO RIACHO AROEIRAS**

Monografia, apresentada ao Curso de Especialização em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semi Árido da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito às exigências para obtenção do Título de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. João Damasceno.

**CAMPINA GRANDE  
2011**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UEPB

S729i Souza, Taísa Fernanda de Araújo Silva.  
A importância da integração das gestões territorial e dos recursos hídricos para redução dos impactos sócio ambientais no perímetro urbano da microbacia do Riacho Aroeiras [manuscrito] / Taísa Fernanda de Araújo Silva Souza. – 2011.  
52 f. : il. color.

Monografia (Especialização em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semi Árido) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2011.

“Orientação: Prof. Dr. João Damasceno, Departamento de Geografia”.

1. Meio Ambiente. 2. Degradação Ambiental. 3. Recursos Naturais. 4. Impacto Ambiental. I. Título.

21. ed. CDD 363.7

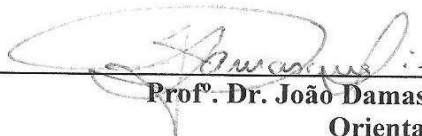
**TAISA FERNANDA DE ARAÚJO SILVA SOUZA**

**A IMPORTÂNCIA DA INTEGRAÇÃO DAS GESTÕES TERRITORIAL  
E DOS RECURSOS HÍDRICOS PARA REDUÇÃO DOS IMPACTOS  
SÓCIO AMBIENTAIS NO PERÍMETRO URBANO DA MICROBACIA  
DO RIACHO AROEIRAS**

Monografia, apresentada ao Curso de Especialização em Geoambiência e recursos Hídricos do Semi árido UEPB, como requisito às exigências para obtenção do Título de Especialista.

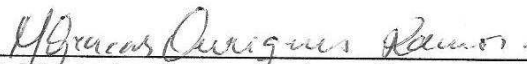
**Trabalho Aprovado em: 13/06/2011**

**COMISSÃO EXAMINADORA**



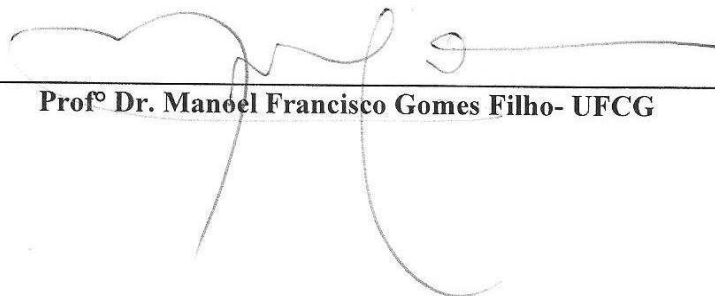
---

**Prof.º Dr. João Damasceno – UEPB/ DG**  
Orientador



---

**Profª Ms Maria das Graças Ouriques Ramos- UEPB/DG**



---

**Prof.º Dr. Manoel Francisco Gomes Filho- UFCG**

Planeta água  
Água que nasce na fonte  
Serena do mundo  
E que abre um  
Profundo grotão  
Água que faz inocente  
Riacho e deságua  
Na corrente do ribeirão...  
Águas escuras dos rios  
Que levam  
A fertilidade ao sertão  
Águas que banham aldeias  
E matam a sede da população...  
Águas que caem das pedras  
No véu das cascatas  
Ronco de trovão  
E depois dormem tranqüilas  
No leito dos lagos...  
Água dos igarapés  
Onde Iara, a mãe d'água  
É misteriosa canção  
Água que o sol evapora  
Pro céu vai embora  
Virar nuvens de algodão...  
Gotas de água da chuva  
Alegre arco-íris  
Sobre a plantação  
Gotas de água da chuva  
Tão tristes, são lágrimas  
Na inundação...  
Águas que movem moinhos  
São as mesmas águas  
Que encharcam o chão  
E sempre voltam humildes  
Pro fundo da terra...  
Pro fundo da terra...  
Terra! Planeta Água  
Terra! Planeta Água  
Terra! Planeta Água...  
Água que nasce na fonte  
Serena do mundo  
E que abre um  
Profundo grotão  
Água que faz inocente  
Riacho e deságua  
Na corrente do ribeirão...  
Águas escuras dos rios  
Que levam a fertilidade ao sertão  
Águas que banham aldeias  
E matam a sede da população...  
Águas que movem moinhos  
São as mesmas águas  
Que encharcam o chão  
E sempre voltam humildes  
Pro fundo da terra...  
Terra planeta água...  
(Guilherme Arantes)

## **AGRADECIMENTOS**

*A Ti Senhor meu Deus agradeço infinitamente por todas as graças e pela força de vencer mais uma etapa da missão a que me submeteste. Senhor seja feita sempre a tua vontade, fazei-me sempre instrumento vosso. Amém!*

*Aos meus pais: foi pelo esforço de vocês que hoje estou aqui, mais uma vez, agradecendo:- Seus esforços valeram a pena!*

*Ao meu esposo e companheiro, João Filho, muito obrigada por estar sempre ao meu lado: essa vitória é nossa!*

*Aos meus irmãos Mili e Tafner por todos os momentos!*

*Aos Professores Dr João Damasceno e Ms Graça Ouriques pela colaboração nessa etapa do trabalho.*

*A Lidiane Felix, amiga, tecnóloga em geoprocessamento, pela elaboração do mapa da localização do município de Aroeiras. Valeu amiga!*

*Obrigada á todos os mestres, que proporcionaram desde a construção de uma base sólida de meu conhecimento aos que o moldaram ensinando-me o caminho para edificá-lo.*

*A UEPB e aos professores da especialização que apresentam empenho e dedicação para concretizar o sonho de uma pós-graduação, em especial dos professores de geografia.*

*Em fim a todos que participaram de forma direta ou indireta desse momento especial da minha vida: MUITO OBRIGADA!*

## RESUMO

Visando contribuir para melhorias sócio-urbanas a partir da integração das gestões hídrica e territorial, o presente trabalho busca avaliar os impactos ambientais causados pelo uso e ocupação inadequado do solo urbano nas proximidades do Riacho Aroeiras; identificar o sistema organizacional de planejamento hídrico nas esferas: nacional, estadual e dos municípios e apontar a importância e as dificuldades de uma gestão urbana que concilie o seu crescimento à preservação dos recursos naturais. O estudo de caso abrange a microbacia do Riacho Aroeiras, em seu perímetro urbano, a mesma está localizada em Aroeiras/PB, município localizado na Mesorregião do Agreste Paraibano, na Microrregião de Umbuzeiro, distante 180Km da Capital João Pessoa, que se deu às margens do Riacho Aroeiras. O resultado da pesquisa será apresentado a partir um quadro da cadeia causal conforme estabelece a metodologia ACC (Análise da Cadeia Causal) (MARQUES, 2002). A qualidade de vida da sociedade é afetada diretamente pela falta de planejamento público referente ao uso e ocupação do solo no perímetro urbano, onde foi detectado despejo de esgoto e resíduos sólidos urbanos no curso hídrico; matéria orgânica resultante da criação de animais às margens do Riacho. Devido a importância de preservação dos recursos naturais serão apresentadas propostas, passíveis de serem implementadas, que reduzam o impactos que assolam o Riacho Aroeiras contribuindo para a sustentabilidade sócio ambiental.

**Palavras-Chave:** Degradação Ambiental. Recursos Naturais. Impacto Ambiental.

## ABSTRACT

Aiming to contribute to social and urban improvements from the integration of water and territorial administrations, this study aims to assess the environmental impacts caused by inappropriate use and occupation of urban land near the creek Aroeiras; identify the organizational system of water planning in the spheres: national, state and local and state the importance and difficulties of urban management that reconciles its growth will preserve natural resources. The case study covers Aroeiras Creek watershed in its urban area, is located in the same Aroeiras / PB, a municipality located in the Greater Region Agreste Paraiba, in Microregion of Umbuzeiro, 180Km away from the capital Joao Pessoa, who gave the banks the Aroeiras Creek. The survey results will be presented from a causal chain of four as established by the ACC method (Analysis of Causal Chain) (MARQUES, 2002). The quality of life in society is directly affected by the lack of public planning regarding the use and occupation of land within the city limits, where it was detected domestic sewage and municipal waste water on the course; organic matter resulting from breeding the banks of the Creek . Due to the importance of preservation of natural resources will be proposals, which could be implemented to reduce the impacts that plague Creek Aroeiras contributing to social and environmental sustainability.

**Keywords:** Environmental Degradation. Natural Resources. Environmental Impact.



## LISTA DE SIGLAS

ACC	Análise da Cadeia Causal
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
APP	Área de Preservação Permanente
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
GEF	Global Environmental Facility
GIWA	Global International Waters Assessment
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
SECTMA	Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente
SNRH	Sistema Nacional de Recursos Hídricos
SUDEMA	Superintendência de administração do Meio Ambiente

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Mapa de localização do município de Aroeiras-PB .....	14
Figura 2 -	Rede de drenagem do município de Aroeiras-PB .....	15
Figura 3 -	Mapa digital e foto aerea da cidade .....	16
Figura 4 -	Drenagem da sangria do açude em direção ao Riacho Aroeiras (A e B) .....	18
Figura 5 -	Distribuição da água na Terra (A); e distribuição de água doce na Terra (B) .....	22
Figura 6 -	Mapa das bacias hidrográficas do estado da Paraíba .....	29
Figura 7 -	Fontes de poluição ao longo da microbacia do Riacho Aroeiras no perímetro urbano .....	40
Figura 8 -	Consequência da falta de rede de drenagem urbana. Foto (A): moradores abrindo valas na rua para o escoamento da água. Foto (B) Rua Antonio Gonçalves (rua comercial da cidade) em período de chuva forte .....	41
Figura 9 -	Rua Manoel Siqueira Lima no período de estiagem (A <sub>1</sub> ) e no período de chuva (A <sub>2</sub> ). Rua Zé Ferino de Paula, á esquerda do riacho e Rua Manoel Barboza Monteiro à direita do riacho no período de estiagem (B <sub>1</sub> ), e no período de chuva (B <sub>2</sub> ) .....	42
Figura 10 -	Rua Antônio Gonçalves em período de estiagem A <sub>1</sub> e em período de chuva A <sub>2</sub> .; ponte do Aricuru, limite das ruas João de Souza Barboza e a Rua do Aricuru em período de estiagem B <sub>1</sub> e em período de chuva B <sub>2</sub> .....	43
Figura 11 -	Dinâmica espacial da rua Antônio Gonçalves (A e B) .....	45

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Distribuição da água na Terra .....	21
Quadro 2 -	Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNRH) .....	25
Quadro 3 -	Diferentes conceitos de bacia hidrográfica encontrado na literatura ..	34
Quadro 4 -	Diferentes conceitos de Sub-bacia hidrográfica encontrada na literatura .....	35
Quadro 5 -	Diferentes conceitos de microbacia hidrográfica encontrada na literatura .....	36
Quadro 6 -	Evolução da distribuição da população por setor de residência .....	38
Quadro 7 -	Síntese da Cadeia Causal para a microbacia do Riacho Aroeiras em seu perímetro urbano .....	44

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	14
3.2	MÉTODO DA PESQUISA.....	18
<b>4</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>21</b>
4.1	RECURSOS HÍDRICOS: BASE DO PLANEJAMENTO TERRITORIAL .....	21
4.2	SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS ..	23
4.2.1	A gestão dos recursos hídricos numa perspectiva nacional .....	24
4.2.2	A gestão dos recursos hídricos á luz estadual com enfoque e Estado da Paraíba .....	26
4.2.3	A gestão dos recursos hídricos à luz da administração municipal .....	30
4.3	INSTRUMENTOS DA GESTÃO DOS RECURSOS .....	31
4.4	CONCEITUAÇÃO E PERSPECTIVAS DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E TERRITORIAL .....	32
4.5	BACIA HIDROGRAFIA: BASE DE PLANEJAMENTO PARA A INTEGRAÇÃO DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E TERRITORIAIS .....	34
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>38</b>
5.1	INTERFACE ENTRE CRESCIMENTO URBANO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DA MICROBACIA DO RIACHO AROEIRAS .....	38
5.2	IDENTIFICAÇÃO E AGRUPAMENTO DOS FATORES DE PRESSÃO SOBRE A MICROBACIA DO RIACHO AROEIRAS NO SEU PERÍMETRO URBANO .....	39
5.2.1	Poluição por efluente .....	39
5.2.2	Inundações .....	40
5.3	A UTILIZAÇÃO DA CADEIA CAUSAL NA MICROBACIA DO RIACHO AROEIRAS .....	43
5.4	DESAFIOS DA GESTÃO INTEGRADA NA POLITICA PÚBLICA DE AROEIRAS .....	47
5.5	PROPOSTAS MITIGADORAS PARA OS IMPACTOS CAUSADOS A MICROBACIA DO RIACHO AROEIRAS DECORRENTE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO .....	48
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>50</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O rápido processo de urbanização no Brasil contribuiu para a falta de estrutura das cidades que se desenvolveram sem levar em consideração a adequada utilização do solo, intensificando os processos naturais como lixiviação, erosão, deslizamentos, modificação do regime hidrológico e conseqüentemente da cobertura vegetal, entre outros. Entre estes impactos o mau uso da água é fator que preocupa cada vez mais os estudiosos, já que este é um recurso esgotável e quando poluído ocasiona custos para pessoas e ambientes, envolvidos ou não diretamente no processo de degradação, e proporcionando desafios cada vez maiores ao processo de gestão urbana.

Os resultados do uso e ocupação indevida do solo ao longo dessa evolução urbana resultaram na elaboração de leis que regulamentam o uso dos recursos naturais. O primeiro documento que veio normatizar o uso das águas foi o código das águas, criado em 10/07/34, em que o poder de uso e manejo estava centralizado na União. Um dos principais motivos para a criação deste código destinava-se a geração de energia elétrica visando aumentar o desenvolvimento do país. Neste documento, a água estava estritamente ligada a terra; quem possuísse o solo, possuía também o que estava nele, inclusive a água. Com esta lei e o desconhecimento dela por parte de muitos proprietários de latifúndios, houve a eliminação de muitas nascentes provocadas em grande maioria pelo desmatamento. A lei em vigor é a Constituição Federal de 1988, a Lei 9.433, de 08/01/1997, estabelecida a partir do Código das Águas. Ela estabelece que a água é um bem público que deve ser preservado para garantir o acesso as gerações futuras (BRASIL, 2009).

Além da Constituição Federal existem outros órgãos que atuam sob instâncias Nacional, Estadual e Municipal, que trabalham com as mesmas idéias de preservação e planejamento da gestão. Esta compartimentação do poder de gestão é necessária para atender a demanda pelo recurso hídrico e garantir a sua sustentabilidade, adequando o seu uso à realidade local.

A criação de leis que regulamentam o uso dos recursos naturais está diretamente relacionada às exigências do mercado econômico, dependente de matérias-primas que estão cada vez mais escassas. As apreensões da perda de mercado comercial voltaram os olhares do mundo para debater em fóruns e conferências internacionais a “necessidade” de preservação ambiental, “ser sustentável”. Impondo, ainda que indiretamente, aos países que compactuam dos mesmos interesses econômicos de se adequarem a essa nova exigência de mercado.

O uso inadequado do recurso natural pode ser apontado como a base para as discussões de integração das gestões territorial e ambiental. Os recursos hídricos despontam nessa discussão como um dos mais importantes recursos a serem preservados dado a sua vitalidade para a vida da fauna e flora abundância desse recurso no Brasil, atrelado a sua grande extensão territorial fez necessário uma fragmentação no sistema de gestão, o qual passa a ser de responsabilidade não apenas nacional, mas estadual, municipal e da comunidade, cabendo a cada instância áreas de atuação e instrumentos para se fazerem cumprir.

O gerenciamento dos recursos hídricos apresenta-se como um processo dinâmico, ambientalmente sustentável que trata da compatibilização dos diversos usos setoriais da mesma: saneamento, geração de energia, irrigação, navegação, controle, e outros, com base em uma adequada administração do recurso. A gestão ambiental é o conjunto de ações voltados á preservação de recursos naturais a fim de garantir as gerações atual e futuras um ambiente saudável físico, químico e biologicamente.

A Constituição Federal regulamenta o uso racional dos recursos hídricos, oferecendo um aparato de atitudes que devem/deveriam ser cumpridas no processo de uso e ocupação do solo. Porém o cumprimento dessa lei esbarra na realidade de uso e ocupação do solo de forma indevida que se deu anterior a sua existência, bem como no seu desconhecimento por maior parte da sociedade atual, e também as condições financeiras da sociedade que é atraída pelos baixos preços de mercado de áreas de risco como encostas, leito de cursos hídricos. Esta realidade é possível graças á falta de planejamento e ação política para fiscalização da lei resultando em graves danos humanos e ambientais que pairam no cenário das discussões para elaboração de novas leis.

A cidade de Aroeiras é um exemplo de ocupação do solo de forma indevida. Seu crescimento se deu às margens do Riacho Aroeiras e base de encostas. As conseqüências desse mau uso são sentidas em períodos de chuva quando a água ocupa o espaço que lhe pertence e inunda residências, comércios, impede a circulação em trechos da cidade e destrói ruas não pavimentadas. As causas da transformação observada nesse espaço em períodos de chuva não é exclusividade da ocupação ao longo do trecho hídrico, mas, da falta de planejamento na gestão que intensificam esse processo. Rede de esgotos e depósitos de lixo, são duas funções que a falta de planejamento e fiscalização, atribuídas ao riacho que afetam diretamente na qualidade e o escoamento respectivamente.

A integração da gestão territorial e ambiental se faz necessária para minimizar os impactos e tornar sadia a convivência da sociedade com as transformações sofridas no Riacho Aroeiras em época de chuva.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

- a) Avaliar os impactos ambientais causados pelo uso e ocupação inadequado do solo urbano no perímetro urbano do Riacho Aroeiras

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

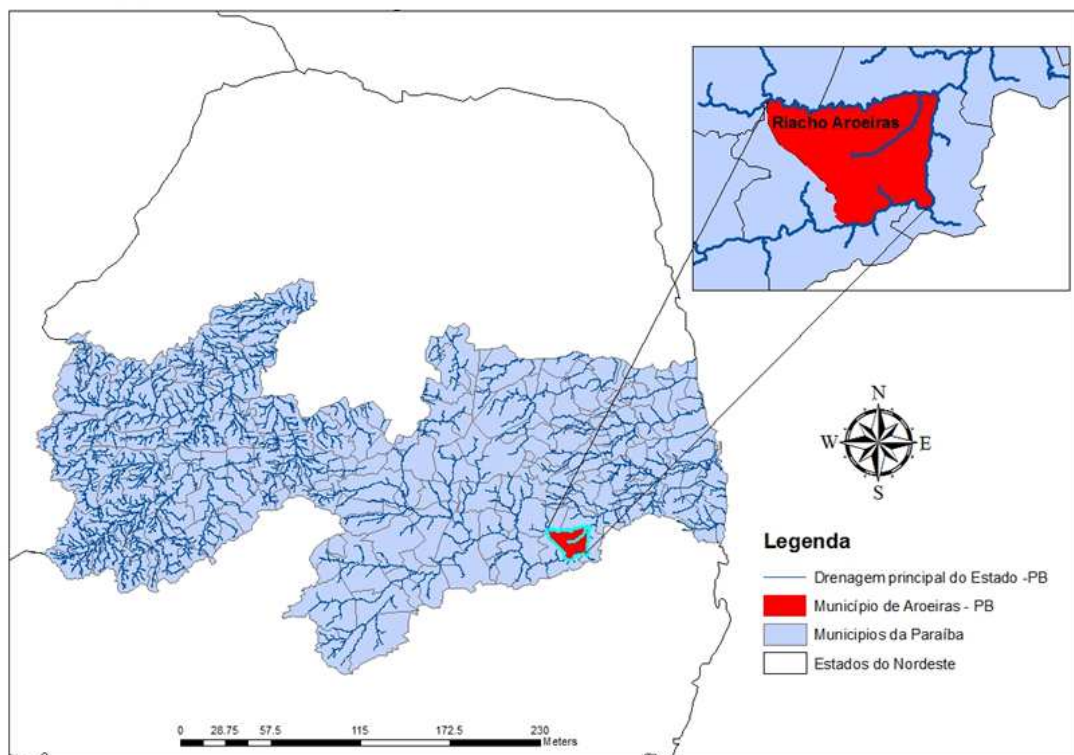
- a) Identificar o sistema organizacional de planejamento hídrico nas esferas: nacional, estadual e dos municípios.
- b) Apontar a importância e as dificuldades de uma gestão urbana que concilie o seu crescimento à preservação dos recursos naturais: enfoque ao crescimento urbano do município de Aroeiras às margens do Riacho Aroeiras.
- c) Propor medidas, de acordo com a literatura e análise local, que minimizem os impactos ambientais causados a partir do uso e ocupação inadequados do solo.
- d) Elaborar um quadro síntese da cadeia causal para microbacia do Riacho Aroeiras em seu perímetro urbano, de acordo com o método ACC (*Análise da Cadeia Causal*) (MARQUES, 2002).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A microbacia do Riacho Aroeiras localiza-se em Aroeiras, município localizado na Mesorregião do Agreste Paraibano, inserido na Microrregião de Umbuzeiro, que tem como municípios limítrofes: Fagundes e Itatuba a N (Norte), Umbuzeiro a S (Sul), Natuba a E (Leste) e Gado Bravo e Queimadas a W (Oeste) (Figura 03). Está a 180Km da Capital João Pessoa, sua altitude em relação ao nível médio do mar é de 363m (sede). De acordo com o Meridiano de Greenwich a sua longitude é de  $35^{\circ} 42' 27''$  e levando em consideração a linha do Equador, a latitude de Aroeiras é de  $07^{\circ} 32' 43''$ . Apresenta um clima seco e semi-árido.

Figura 01 - Mapa de localização do município de Aroeiras-PB



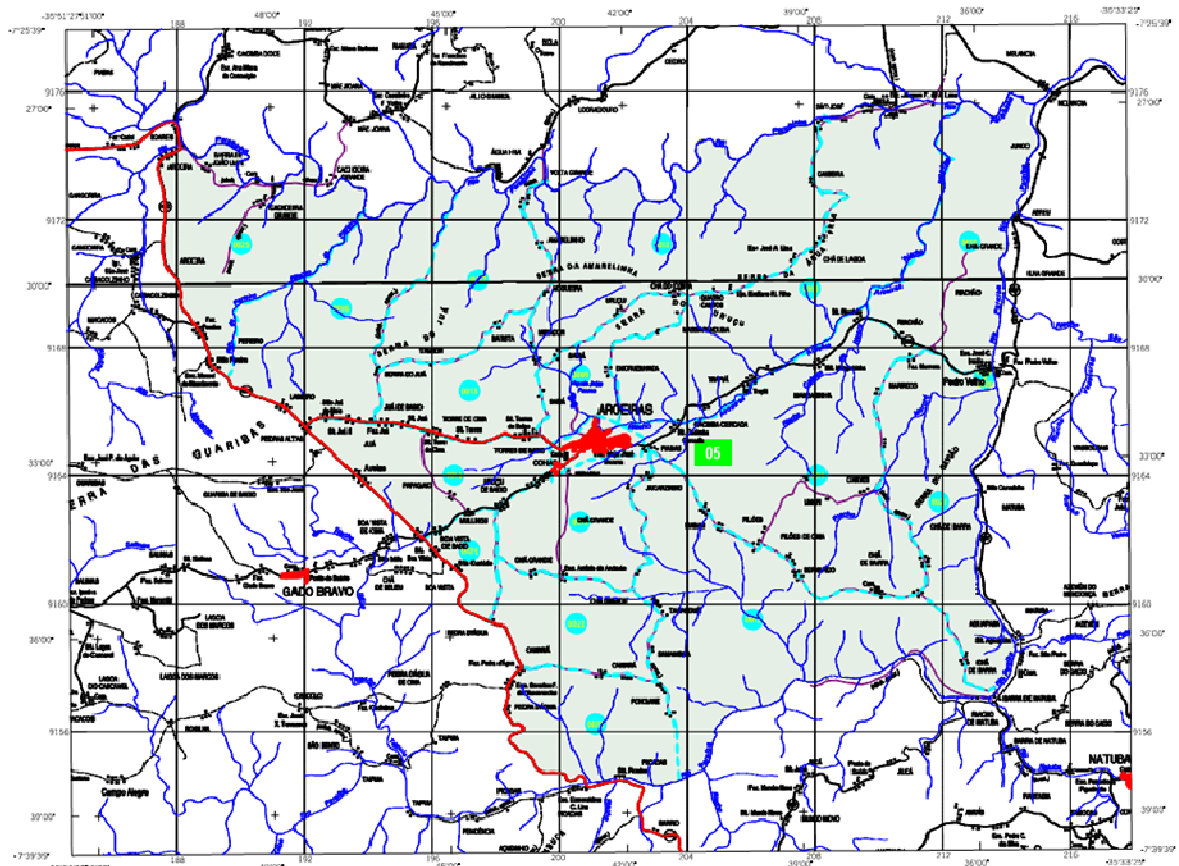
Fonte: Dados da pesquisa (2011)

A drenagem do riacho da sua nascente em Uruçu de baixo a sua foz no rio Paraibinha possui aproximadamente 17 Km<sup>2</sup>. Seu padrão de drenagem é endorreico segundo o



escoamento global (CRISTOFOLETTI, 1980, p. 102). Utilizando o critério geométrico, da disposição fluvial segundo o autor supracitado, seu padrão de drenagem é a paralela, já que seus cursos água estão dispostos quase paralelamente uns aos outros, como pode ser identificado na Figura 02.

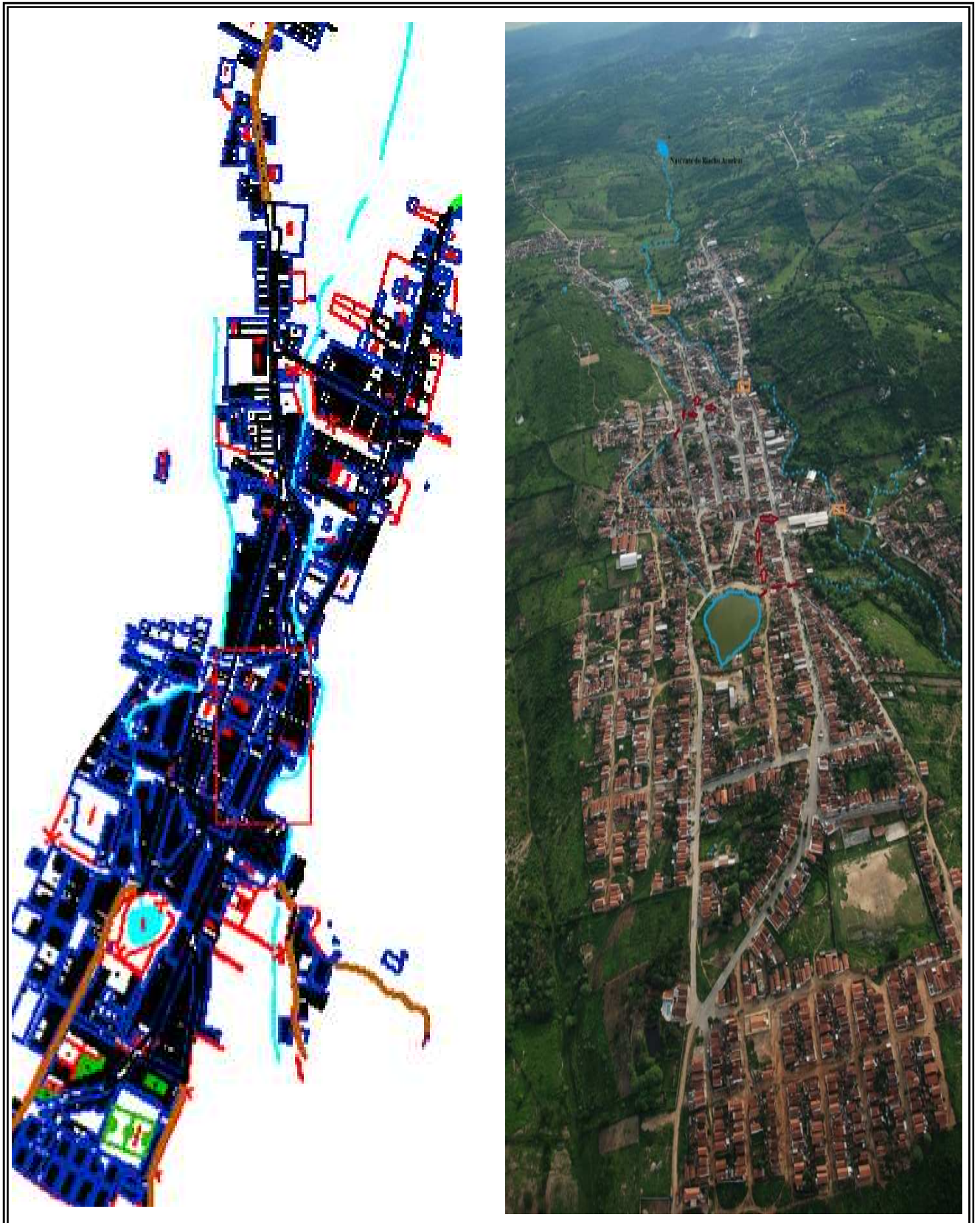
Figura 02 - Rede de drenagem do município de Aroeiras-PB



Fonte: IBGE (2011)

A microbacia do Riacho Aroeiras é cortada pelo espaço urbano do município a aproximadamente 365m de altitude, e a medida que segue para a sua foz, é bombardeado por impactos decorrentes do crescimento urbano sem planejamento ambiental.

Figura 03 - Mapa digital e foto aerea da cidade



Fonte: Prefeitura municipal de Aroeiras<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fotos cedidas pela Prefeitura Municipal de Aroeiras para esta pesquisa.

O Riacho Aroeiras como pode ser observado na Figura 03 é cortado pela cidade. As conseqüências da ocupação as suas margens repercutem diretamente na qualidade sócio ambiental do conjunto do ecossistema natural.

A maioria dos rios que atravessam as cidades brasileiras estão deteriorados, sendo esse considerado o maior problem ambiental brasileiro. Essa deterioração ocorre, porque a maioria das cidades brasileiras não possui coleta de esgoto e tratamento de esgotos domésticos, jogando in natura o esgoto nos rios [...]. Muitos dos rios urbanos escoam esgoto, já que, devido á urbanização, grande parte da preipitação escoam diretamente pelas áreas impermeáveis para os rios. Não ocorrendo infiltração, a vazão de água subterânea... O grande problema reside nos altos investimentos que envolvem a rede e a estação de tratamento no âmbito da economia dos municípios, que são institucionalmente responsáveis pelo saneamento. (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2001, p. 47)

A realidade dos cursos hídricos brasileiros, como é apontado pelos autores supracitados, exigem medidas urgentes no âmbito do planejamento urbano afim de, ao menos minimizar os impactos decorrente do uso e ocupação do solo.

A qualidade da água do riacho é afetada diretamente pela poluição orgânica. A soma da impermeabilização do solo inadequada ao escoamento das águas superficiais a quantidade de resíduos sólidos urbano despejados ao longo de seu percurso resultam em mais um problema de cunho social as inundações.

Como pode ser observado na Figura 03, a cidade se desenvolveu em áreas próximas a cursos hídricos, e esta característica, associada a falta de infra estrutura são decisivas para abarcar os problemas sociais ocasionados pelo uso e ocupação sem planejamento do solo. Além do Riacho Aroeiras é observado na Figura 03, um segundo curso hídrico que corre em direção de um açude o mesmo encontra- se em dos níveis de altitude mais elevados da cidade (370m de altitude), circundado pelas ruas: Monte Castelo, Rua Projeta, e Rua Vicente Ferreira Lima por onde passa a água da sangria do açude. A canalização incipiente responsável pelo transporte da água até o riacho está rompida a muito tempo, causando transtornos a população em período de chuva com a destruição física da rua, ocasionada pelo transporte de semimentos (Figura 04).

Figura 04 - Drenagem da sangria do açude em direção ao Riacho Aroeiras (A e B)



Fonte: Dados da pesquisa (2011)

### 3.2 MÉTODO DA PESQUISA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa implicou em fazer uma análise sobre a importância da integração dos recursos hídricos e territoriais no processo de uso e ocupação do solo urbano, a fim de reduzir os impactos sócio ambientais decorrente da urbanização.

O critério para a escolha da microbacia do Riacho Aroeiras, em seu perímetro urbano, se deve ao fato da representatividade do uso e ocupação do solo nesse espaço para a pesquisa, que visa apresentar os impactos causados por essa ocupação, bem como a importância do planejamento ambiental na microescala da gestão administrativa, fundamental para os resultados de preservação na macroescala da gestão.

O referencial teórico possibilitou uma melhor avaliação dos recursos hídricos no que diz respeito a sua importância para a sustentabilidade sócio ambiental; aos órgãos responsáveis pelo planejamento, fiscalização dos projetos voltados á sua fiscalização.

A visita técnica a microbacia, no perímetro urbano, permitiu a identificação dos impactos que assolam o afluente, oferecendo subsídios para a elaboração de um quadro de síntese da Cadeia Causal que nela foram identificados, segundo Marques (2002).

A cadeia causal é constituída de uma série de afirmativas que ligam as diferentes causas de um dado problema aos seus efeitos e tem sido utilizada de forma sistemática para diagnóstico das causas responsáveis pela perda da biodiversidade. A Cadeia Causal é basicamente constituída por meio de sucessivas respostas à questão “Por que?” ou “qual a causa?” Ela tem o objetivo de determinar as inter-relações entre os impactos ambientais, problemas ambientais e causas imediatas, causas setoriais e elementos oriundos da gestão dos recursos naturais.

Sobre a origem desse modelo, Marques (2002, p. 2) afirma:

O modelo conceitual de *Análise de Cadeia Causal ACC* foi proposto originalmente para o projeto *Global International Waters Assessment GIWA PNUMA/ GFE*, posteriormente simplificado, para efeito de aplicação em âmbito mundial ([www.giwa.net](http://www.giwa.net)). A análise da Cadeia Causal (Causal Chain Analysis) no contexto do projeto *Global International Waters Assessment GIWA do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente PNUMA, financiado pelo Global Environmental Facility GEF* é constituída a partir da identificação dos impactos ambientais e sócio- econômicos decorrente dos problemas ambientais prioritários (Concerns) e seus respectivos aspectos associados (Issues).

A análise da Cadeia Causal como instrumento analítico auxilia na identificação: (a) da natureza do problema ambiental; (b) dos efeitos e conseqüências transfonteiriças decorrentes do problema ambiental, no caso do projeto GIWA; (c) das ligações entre o problema ambiental e suas causas raízes; (d) das barreiras a serem removidas para solução/ mitigação do problema dos impactos.

Como instrumento de gerenciamento a metodologia ACC: (a) ajuda no estudo das implicações de diferentes opções políticas sobre o agravamento ou mitigação dos problemas ambientais e; (b) fornece as bases par modelagem, numa fase subsequente de construção de cenários quando problemas ambientais emergentes são detectados, abordagem antecipatória (MARQUES, 2002, p. 4).

Os componentes do modelo conceitual, segundo Marques (2002), são:

- a) **Causas imeditas** - a primeira resposta para a pergunta “Por que?” quando o problema ambiental é identificado constitui-se na causa imediata do mesmo. Elas pertencem ao mundo físico e se constituem em processos físicos, químicos, biológicos que agem diretamente sobre o sistema aquático gerando o problema como:
  - aumento da descarga de nutrientes num corpo hídrico receptor;
  - descarga de poluentes orgânicos persistentes no corpo hídrico receptor.

b) **Causas setoriais** - recebem tal denominação por estarem associados a atividades setoriais e estarem organizadas por detores específicos, como:

- aumento da descarga de efluentes urbanos não tratados ou tratados temporariamente;

Neste nível de causas, os fatores de governança tais como a decisão política de fornecer incentivo à instalação de indústrias ou subsídio à atividade agrícola podem estimular o surgimento das causas setoriais responsáveis por um determinado problema e seu aspecto ambiental (políticas setoriais). O mesmo processo pode ocorrer nos setores de indústria, transporte, energia, turismo, urbanização, mineração, aquicultura, etc. Aqui o que importa não é a lei ambiental, mas o efeito de uma determinada área que afete o sistema aquático em questão.

c) **Causas raízes** – Segundo Marques (2002) a dificuldade de identificar causas raízes como uma categoria separada das demais causas sócio- econômica denominadas de intermediárias levou ao surgimento das seguintes alternativas: (1) Todas as causas de natureza sócio-econômica responsáveis por um determinado problema ambiental assim como fatores de governança associados às mesmas são denominados “Causas Raízes”; (2) A categorização das causas imediata, secundária, terciária, etc é eliminada e o termo genérico “Causas” passa a englobar todas elas

Todas as causas de natureza sócioeconômica responsáveis por um determinado problema ambiental assim como os fatores de governança. Tal categoria inclui as instituições informais, costumes, tradições, normas e religiões. Sob denominação Causas raízes encontram-se portanto, um conjunto de causas diversas, de natureza (1) econômica, (2) demográfica/social, (3) tecnológica, (4) política, (5) de conhecimento, (6) fatores de governança e, finalmente, (7) cultural.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1 RECURSOS HÍDRICOS: BASE DO PLANEJAMENTO TERRITORIAL

Já dizia o poeta: terra planeta água. Os 70% de água que formam o planeta Terra não são suficientes para afirmar com veemência que a população que vive na parte continental tem suas necessidades hídricas abastecidas de forma homogênea. A explicação dessa afirmativa pode ser observada a partir da análise do quadro a seguir.

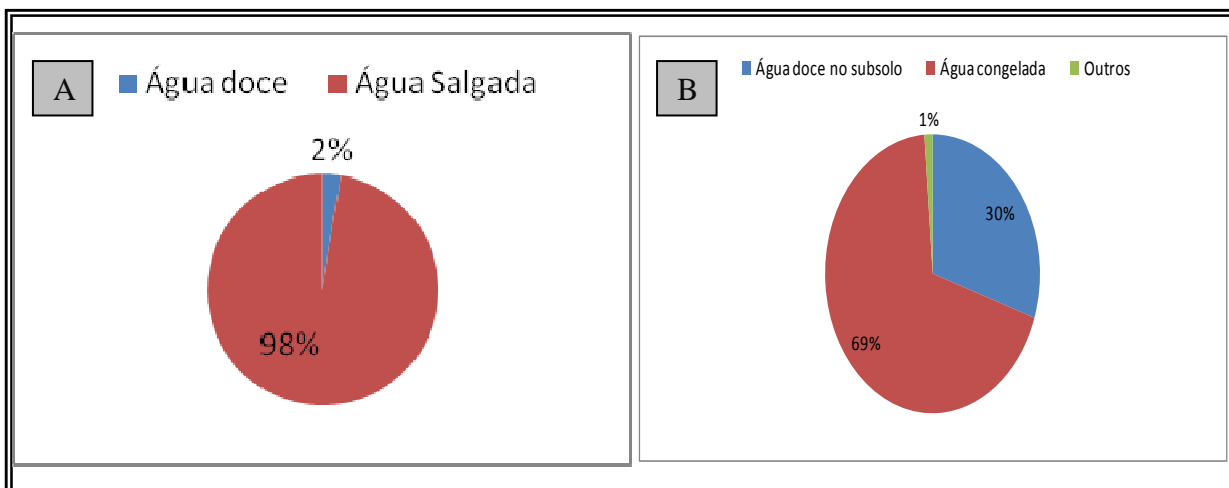
Quadro 1 - Distribuição da água na Terra

Reservatório	Volume (10 <sup>3</sup> Km <sup>3</sup> )	% do Volume Total	% do Volume de Água
Oceanos	1338000,0	96,5379	-
<b>Subsolo:</b>	<b>23400,0</b>	<b>1,6883</b>	-
Água Doce	10530,0	0,7597	30,0607
Água Salgada	12870,0	0,9286	-
<b>Umidade do Solo</b>	<b>16,5</b>	<b>0,0012</b>	<b>0,0471</b>
<b>Áreas Congeladas:</b>	<b>24064,0</b>	<b>1,7362</b>	<b>68,6971</b>
Antártida	21600,0	1,5585	61,6629
Groenlândia	2340,0	0,1688	6,6802
Ártico	83,5	0,0060	0,2384
Montanhas	40,6	0,0029	0,1159
<b>Solos Congelados</b>	<b>300,0</b>	<b>0,0216</b>	<b>0,8564</b>
<b>Lagos:</b>	<b>176,4</b>	<b>0,0127</b>	-
Água doce	91,0	0,0066	0,2598
Água salgada	85,5	0,0062	-
Pântanos	11,5	0,0008	0,0328
Rios	2,1	0,0002	0,0061
Biomassa	1,1	0,0001	0,0032
Vapor d'água na atmosfera	12,9	0,0009	0,0368
Armazenamento total de água salgada	135095,4	97,4726	-
Armazenamento total de água doce	35029,1	2,5274	100,0
Armazenamento total de água	1385984,5	100,0	-

Fonte: Shiklomanov (1997 apud SETTI et al, 2001, p. 47)

97,42% das águas são salgadas, portanto não possuem a qualidade necessária para uso e abastecimento dos seres humanos. Dos 2,52% restante maior parcela está na forma de gelo em área ou solos congelados ou no subsolo, restando menos de 1% para serem distribuídos entre lagos rios, pântanos, biomassa e vapor de água. A Figura 05 ilustra a realidade da distribuição hídrica do planeta.

Figura 05 - Distribuição da água na Terra (A); e distribuição de água doce na Terra (B)



Fonte: Setti et al (2001, p. 47)

A quantidade efetiva de água com qualidade para o consumo humano é muito pouca quando comparada com o volume total, como pode ser observado na Figura 05.

A irregularidade na distribuição geográfica da água no planeta, onde podem ser encontrados, segundo Setti et al (2001), áreas que variam de 388,3 m<sup>3</sup>/ Km<sup>2</sup>/ ano na Mauritânia a 1.800.000,0m<sup>3</sup>/ Km<sup>2</sup>/ano no Panamá, associados a diferenças populacionais acarretam situações em que a escassez hídrica decorre da baixa disponibilidade de água na região em dado momento e, em outros casos, mesmo havendo uma alta disponibilidade, a escassez é ocasionada devido a uma excessiva demanda de utilização desses recursos.

Em 1995 aproximadamente 20% dos 5,7 bilhões de habitantes do Planeta sofriam com a falta de abastecimento confiável de água e mais de 50% da população não dispunha de um sistema adequado de instalações sanitárias (OMM/UNESCO apud SETTI et al, 2001). Ainda assim de acordo com Setti et al (2001) para satisfazer a demanda de água, a humanidade tem modificado o ciclo hidrológico desde o início de sua história, mediante construção de poços, barragens, açudes, aquedutos, sistemas de drenagem projetos de irrigação e outras estruturas. Os governos e entidades públicas gastam grandes importâncias de dinheiro para implementar e manter essas instalações.



## 4.2 SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

O Brasil é um país de grande extensão territorial. Apresenta uma superfície total de 8.502.728,269Km<sup>2</sup> conferindo-lhe a primeira posição no ranking da América do Sul e o quinto maior do mundo.

As águas superficiais do Brasil representam 50% dos recursos da América do Sul e 11% dos recursos mundiais, porém, sua distribuição ao longo do ano não é uniforme a Amazônia brasileira representa 71,1% do total gerado da vazão no país enquanto no Nordeste há limitações na disponibilidade hídrica (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2001).

Um dos problemas de escassez hídrica no Brasil é consequência do processo de urbanização acelerado que aumentou a demanda localizada e também a degradação da qualidade das águas. Sobre planejamento e administração dos Recursos hídricos, Setti et al (2001, p. 44) afirmam que:

O planejamento dos recursos hídricos visa á avaliação prospectiva das demandas e das disponibilidades desse recursos e a sua alocação entre usos múltiplos, de forma a obter os máximos benefícios econômicos e sociais, com mínima degradação ambiental[...]A administração de recursos hídricos é o conjunto de ações necessárias para tornar efetivo o planejamento, com os devidos suportes técnicos, jurídicos e administrativos. Além disso, é instrumento de revisão permanente e dinâmica o plano, permitindo ajuste de objetivos e metas conjuntas sem o que o plano torna-se obsoleto e irreal.

A política de gerenciamento dos recursos hídricos estabelece pontos fundamentais que devem nortear processos de planejamento, entre eles destacam-se (SETTI et al, 2001):

- a) Acesso aos recursos hídricos deve ser um direito de todos;
- b) A água deve ser considerada um bem econômico;
- c) A bacia hidrográfica deve ser adotada como unidade de planejamento;
- d) A disponibilidade da água deve ser distribuída segundo critérios sociais, econômicos e ambientais;
- e) Deve haver um sistema de planejamento e controle;
- f) A cooperação internacional deve visar o intercâmbio científico e tecnológico;
- g) Desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento de recursos humanos devem ser constantes;
- h) Quando os rios atravessam ou servem de fronteira entre países, a cooperação internacional é indispensável;

- i) Os usuários devem participar da administração da água;
- j) A avaliação sistemática dos recursos hídricos de um país é responsabilidade nacional e recursos financeiros devem ser assegurados para isso e;
- k) A educação ambiental deve estar presente em toda ação programada.

A heterogeneidade na distribuição hídrica do país associada a suas dimensões territoriais exigem uma atuação conjunta dos sistemas governamentais na execução de políticas mitigadoras para o abastecimento populacional em detrimento da sustentabilidade do recurso.

#### **4.2.1 A gestão dos recursos hídricos numa perspectiva nacional**

Os marcos legais básicos referentes ao uso da água no Brasil, segundo Tucci, Hespanhol e Netto (2001), são a Constituição Federal de 1988, a Lei 9.433, de 08/01/1997 e o Código de Águas, estabelecido pelo Decreto Federal 24.643, de 10/07/1934.

O Código de Águas já assegurava o uso gratuito de qualquer corrente ou nascente de água, para as primeiras necessidades da vida, permitindo a todos usar de quaisquer águas públicas, conformando-se com os regulamentos administrativos. No entanto era impedida a derivação das águas públicas para aplicação na agricultura, indústria e higiene, sem a existência de concessão, no caso de utilidade pública, e de autorização nos outros casos; em qualquer hipótese, dava-se preferência à derivação para abastecimento das populações.

A Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 2009) estabelece que “são bens da União os lagos, rios e quaisquer correntes em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado da federação, sirvam de limite com outros Países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais”.

O contexto da lei nacional também assegura as sociedades futuras o acesso á esse recurso, bem como possibilita a adequação as diversidades regionais do país a Agência Nacional das Águas (ANA), foi criada pela Lei federal nº 9.984 de 17 de julho de 2000 e tem como responsabilidade: a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos outorgar o direito de uso dos recursos hídricos em rios de domínio da União; prevenção contra as secas e estiagens; fiscalizar os usos de recursos hídricos em rios de domínio da União; estimular a criação de comitês de bacias.

O Quadro 2 apresenta em linhas gerais os órgãos que compõe o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, suas atribuições, os autores envolvidos nas instâncias de gerenciamento e a escala de atuação que elas pertencem.

Quadro 2 - Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNRH)

Instâncias	Atribuições	Atores Envolvidos	Escala de atuação
ANA*	Organizar, implementar e gerir o SNRH, definir e fiscalizar condições de operação de reservatórios, garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos	(órgão técnico)	Nacional
SRH	Prestar apoio técnico, administrativo e financeiro ao CNRH, coordenar a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos.	(órgão técnico)	Nacional
Conselhos Estaduais	Promover debate sobre recursos hídricos, arbitrar conflitos, estabelecer cobrança pelo uso do recurso	Entidades públicas e privadas, correspondentes às do CNRH e representantes municipais.	Estadual
Comitês de Bacias	Discutir sobre o uso múltiplo da água, outorga e cobrança do uso, enquadramento dos corpos d'água desenvolver ações para melhoria ambiental	Representantes dos níveis federal, estadual e municipal, usuários e organizações civis cujos territórios e se situem, ainda parcialmente, em suas áreas de atuação	Estadual
Agências de Águas*	Cobrar pelo uso dos recursos, gerir os recursos oriundos desta cobrança, constituindo de fato, secretarias executivas dos Comitês.	(órgão técnico)	Regional/ Local
Consórcios intermunicipais	Implantar políticas públicas para a gestão dos recursos hídricos	Prefeituras, Associações de usuários, órgãos de pesquisa e estudo.	Regional/ Local

Fonte: Aneel (1999) e Pires do Rio e Peixoto (2001 apud MOURA, RIO, SALES, 2011, p. 4)

\*Instancias inexistentes antes da Lei 9433/97

Outro órgão importante na elaboração de leis de proteção ambiental é o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto nas Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e no seu Regimento Interno. Em seu artigo terceiro estabelece as APP's

Áreas de Preservação Permanente “são áreas de grande importância ecológica, cobertas ou não por vegetação nativa, que têm como função preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas”.

Art 3º constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de:

- I Trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais;
- II Quinze metros, no mínimo, para os reservatórios artificiais de geração de energia elétrica com até dez hectares, sem prejuízo da compensação ambiental.
- III Quinze metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural.

As diretrizes estabelecidas por esta resolução são importantes ferramentas na para a proteção ambiental que deve subsidiar a elaboração da gestão territorial proporcionando a construção de um ambiente saudável para manutenção sócio ambiental (CONAMA, 1990).

#### **4.2.2 A gestão dos recursos hídricos á luz estadual com enfoque e Estado da Paraíba**

São bens dos Estados as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes ou em depósito encontradas em seu território. A responsabilidade pela gestão depende, então, do tipo de domínio da água (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2001, p. 88).

O comitê de bacias constitui o gerenciamento estadual de bacias. É instituído para a totalidade da bacia, sub- bacia do rio principal ou de tributário desse último, portanto estabelece até três níveis possíveis para construção de comitê.

A gestão dos recursos hídricos da Paraíba está prevista na lei nº6.308, de 02/ 07/1996 que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, e foi regulamentada em seus diversos aspectos através da legislação complementar (decretos, resoluções, portarias, normas, etc.).

A execução, formulação atualização da Política Estadual de Recursos Hídricos, em consonância com órgãos e entidades federais, estaduais e municipais com participação da

sociedade civil organizada, é de responsabilidade do SIGERH (Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos), criado pela Lei nº 6.308/1996 o qual tem a seguinte composição segundo a AESA:

- I Órgão de Deliberação: Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH;
- II Órgão de Coordenação: Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente – SECTMA;
- III Órgão de Gestão: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA;
- IV Órgãos de Gestão Participativa e Descentralizada: Comitês de Bacias Hidrográficas.

Cabe a AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba), a gestão dos recursos hídricos do estado. Criada pela Lei nº 7.779, de 07/07/2005, sob a forma jurídica de uma Autarquia, vinculada à Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente (SECTMA) (PARAÍBA, 2005).

Conforme o Art. 3º da citada lei,

são objetivos da AESA, o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais de domínio do Estado da Paraíba, de águas originárias de bacias hidrográficas localizadas em outros Estados que lhe sejam transferidas através de obras implantadas pelo Governo Federal e, por delegação, na forma da Lei, de águas de domínio da União que ocorrem em território do Estado da Paraíba.

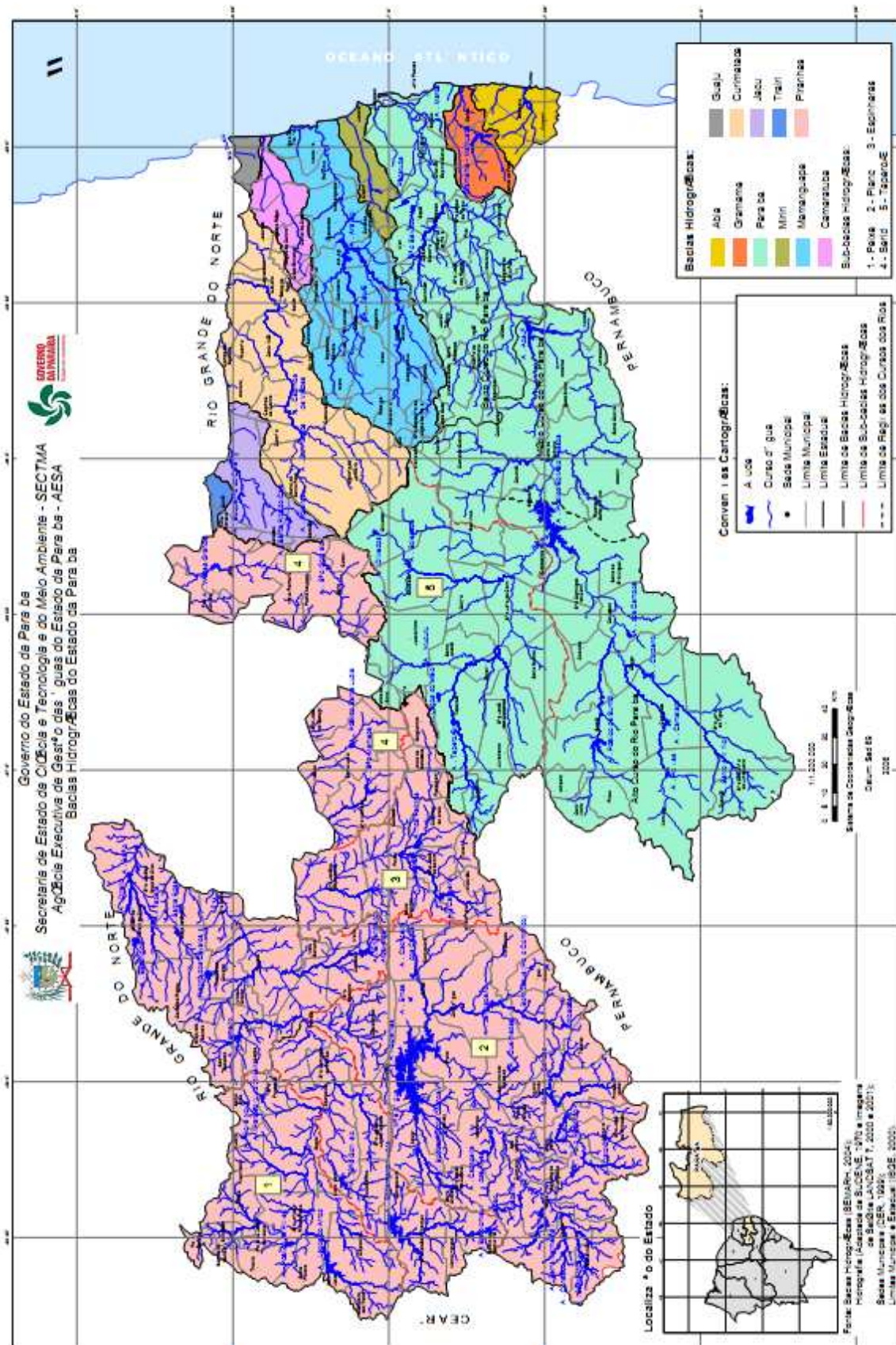
Há quatro comitês de bacia Hidrográficas do Estado da Paraíba são eles:

- a) O Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte, tem como área de atuação o somatório das áreas geográficas das bacias dos Rios Mamanguape, Camaratuba e Miriri, totalizando cerca de 4.597,1 km<sup>2</sup>.
- b) O Comitê de Bacias hidrográficas do Litoral sul, tem como área de atuação o somatório das áreas geográficas das bacias dos Rios Gramame e Abiaí;
- c) O Comitê das Bacias Hidrográficas Piranhas-Açu, totalmente inserida no clima semi-árido nordestino, possui uma área total de drenagem de 43.681,50 Km<sup>2</sup>, sendo 26.183,00 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 60% da área no Estado da Paraíba, e 17.498,50 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 40% da área no Estado do Rio Grande do Norte. Contempla 147 municípios, sendo 45 municípios no Estado do Rio Grande do Norte e 102 municípios no Estado da Paraíba e conta com uma população total de 1.363.802

habitantes, sendo que 914.343 habitantes (67%) no Estado da Paraíba e 449.459 habitantes (33%) no Estado do Rio Grande do Norte.

- d) Comitê Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba - A Bacia Hidrográfica do rio Paraíba, com uma área de 20.071,83 km<sup>2</sup>, compreendida ente as latitudes 6°51'31" e 8°26'21" Sul e as longitudes 34°48'35"; e 37°2'15"; Oeste de Greenwich, é a segunda maior do Estado da Paraíba, pois abrange 38% do seu território, abrigando 1.828.178 habitantes que correspondem a 52% da sua população total. Considerada uma das mais importantes do semi-árido nordestino, ela é composta pela sub-bacia do Rio Taperoá e Regiões do Alto Curso do rio Paraíba, Médio Curso do rio Paraíba e Baixo Curso do rio Paraíba. Além da grande densidade demográfica, na bacia estão incluídas as cidades de João Pessoa, capital do Estado e Campina Grande, seu segundo maior centro urbano (Figura 06).

Figura 06 - Mapa das bacias hidrográficas do estado da Paraíba



Fonte: AESA (2011)

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba – CBH-PB, segundo a AESA é instituído de acordo com a Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, a Lei Estadual nº 6.308, de 02 de julho de 1996, com as alterações introduzidas pela Lei nº. 8.042, de 27 de junho de 2006, e as Resoluções nº 01, de 06 de agosto de 2003, e nº 03, de 05 de novembro de 2003, ambas do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), assim como os outros comitês, ele é um órgão colegiado, de caráter consultivo, deliberativo e normativo, que compõe o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos, com área de atuação em toda a extensão da Bacia Hidrográfica, sendo disciplinadas por este Regimento Interno e demais disposições pertinentes.

#### **4.2.3 A gestão dos recursos hídricos à luz da administração municipal**

A Política Nacional de Recursos Hídricos assegura a participação dos municípios no âmbito das novas esferas públicas deliberativas (comitês e conselhos estaduais), entretanto, não é definida na lei a relação entre gestão das águas com o planejamento do território (CARNEIRO; CARDOSO; AZEVEDO, 2006 apud MARINATO, 2008). Sendo de sua competência a legislação sobre os recursos hídricos, somente têm poder de fiscalizar e protegê-los suplementando a legislação federal e estadual.

O Artigo 21 inciso XX da Constituição Federal de 1988 determina competência privativa da União estabelecer diretrizes para o desenvolvimento urbano inclusive habitação, saneamento básico e transporte urbano, cabendo à União estabelecer as normas gerais de direito urbanístico. E, em seu artigo 182: que a política de desenvolvimento urbano deve ser executada pelo poder público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, e tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem estar de seus habitantes.

A Lei 10257 de 10 de julho de 2001 (Estatuto das cidades), estabelece os instrumentos legais de planejamento municipal, com o objetivo de promover o desenvolvimento territorial integrado dos recursos naturais. Esta lei estabelece, como uma de suas principais características, a “garantia do direito às cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para a presente e futuras gerações”.



Determina também que o planejamento das cidades deve evitar e corrigir os efeitos negativos do crescimento urbano sobre o meio ambiente; a ordenação do uso do solo deve evitar a deterioração das áreas urbanizadas e a poluição e a degradação ambiental; e a expansão urbana deve ser compatível com os limites da sustentabilidade ambiental.

No âmbito legal as competências municipais são muito bem estabelecidas, porém por razões históricas o papel político exercido pelos municípios é bastante variável. Assim os consórcios Intermunicipais de Bacia e as associações de bacias tem de fato um poder muito limitado, uma vez que só há domínio federal e estadual das águas.

O município pode ser definido como “entidade de direito público, constituída por uma comunidade humana, assentada em um território determinado, que administra seus próprios e particulares interesses” (JOURAVLEV, 2003 apud MARINATO, 2008, p. 36).

Segundo Rangel (2005), estas diferentes instâncias de dominialidade e competências dificultam a integração entre a gestão de recursos hídricos e territorial, tendo como consequência incompatibilidades de responsabilidades, objetivos, metas e ações.

#### 4.3 INSTRUMENTOS DA GESTÃO DOS RECURSOS

Os instrumentos da gestão dos recursos naturais buscam garantir, a partir do conhecimento das características de cada região e da identificação das áreas ambientais frágeis, juntamente com a definição e estabelecimento de padrões de qualidade ambiental, o controle dos recursos naturais e ecossistemas do meio ambiente.

O capítulo 4 da PNRH, Artigo 5º, determina que são instrumentos para a sua gestão:

- a) **Os Planos de Recursos Hídricos:** instrumento estratégico que estabelece diretrizes gerais sobre os recursos hídricos, refletindo os anseios, necessidades e metas das populações das regiões e bacias hidrográficas;
- b) **O enquadramento dos corpos de água em classes,** segundo os usos preponderantes da água: visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas mediante ações preventivas permanente;
- c) **A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos:** determina o direito e limitações no uso do recurso;

- d) **A cobrança pelo uso dos recursos hídricos:** instrumento econômico de reduções de externalidades negativas, adotando o princípio do usuário-pagador que tem como pressuposto o valor econômico da água e a negociação entre o poder público e a coletividade sobre sua fruição.
- e) **A compensação a municípios:** compensação financeira ou de outro tipo os Municípios que tenham áreas inundadas por reservatórios ou sujeitas a restrições de uso do solo com finalidade de proteção de recursos hídricos para ressarcir suas comunidades da privação das rendas futuras que os terrenos, inundados ou sujeitos a restrições de uso do solo, poderiam gerar;
- f) **o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos:** sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

No que diz respeito à preservação dos recursos hídricos pode-se perceber que eles estão garantidos por lei e que a mesma, ao menos nos papéis, tem instrumentos suficientes para garantir a sua sustentabilidade.

#### 4.4 CONCEITUAÇÃO E PERSPECTIVAS DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E TERRITORIAL

As transformações espaciais ocasionadas a partir da apropriação humana, principalmente a partir da segunda metade do século XX, modificaram bruscamente a paisagem natural.

Em detrimento à degradação ambiental que compromete seriamente a manutenção da sustentabilidade hídrica, em escala global dos ecossistemas, estudos apontam para a necessidade de uma gestão integrada entre os recursos naturais e os sistemas sócio-políticos e econômicos. O resultado dessa união seria um ambiente natural sustentável capaz de atender as necessidades da sociedade atual sem pôr em risco as sociedades futuras, conforme foi estabelecido pelo Relatório Brundtland, em 1987.

A relação entre sociedade e recursos hídricos remete a tempos muito antigos, porém foi a partir do desenvolvimento da técnica e da tecnologia nas mais diversificadas áreas de atuação econômica, que ela se intensificou ao ponto de pôr em evidência em nível mundial a necessidade de controle nesta relação, bem como de torná-la um pressuposto indispensável na

elaboração de políticas dos setores públicos e privados de maneira integrada aos interesses sociais e econômicos.

Sobre integração dos recursos hídricos Cunha (2002, p. 68) comenta:

A gestão integrada dos recursos hídricos tem sido definida como um processo que favorece o desenvolvimento e a gestão coordenada da água, solo, sem, contudo, comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas vitais [...] significa a gestão numa perspectiva ampla, incluindo o inventário, planejamento, desenvolvimento, distribuição, monitorização e proteção dos recursos hídricos.

Os recursos hídricos são um dos mais afetados pelo uso e ocupação do solo de maneira indevida, apesar de ser sabido que eles estão na base da cadeia de desenvolvimento social e produtivo. Assim os riscos de escassez desse recurso repercutem também na discussão da escassez da vida, já que este é o sinônimo mais comumente utilizado para designar o significado da água. Assim deve se preservar a água para que se preserve a vida, para isso é indispensável à integração da gestão territorial à gestão dos recursos hídricos.

No que se refere à gestão territorial Jouravlev (2003 apud MARINATO, 2008, p. 20) aponta que:

o planejamento territorial é de grande relevância para o manejo de bacias que tem como objetivo orientar o processo de ocupação e transformação do território, e assim, a localização das atividades e do uso do espaço, em função de sua capacidade de absorver e aptidão para acolher determinada atividade. Assim, os desequilíbrios e conflitos na bacia são gerados por incompatibilidade entre a localização das atividade com relação ao meio social em que se insere e a capacidade de suporte do meio natural.

A visão de planejar de forma integrada surge para dinamizar as relações humanas com a natureza apresentando um novo cenário de inter-relações no qual a convivência harmônica com este ambiente natural é ecologicamente correto e economicamente viável. Cunha (2002) aponta a gestão integrada como:

[...] oposição á gestão tradicional, que é fragmentada, deve valorizar as interações entre sistema natural (condicionante da disponibilidade de água e sua qualidade) e o sistema humano(condicionante da utilização da água, da produção de águas residuais e da poluição e, também, da definição das prioridades de desenvolvimento).

A redução dos impactos ambientais só será possível quando as “necessidades” humanas respeitarem as necessidades de recomposição do meio natural, o que é possível a partir da integração da gestão hídrica e territorial no planejamento de uso e ocupação do solo.

#### 4.5 BACIA HIDROGRAFIA: BASE DE PLANEJAMENTO PARA A INTEGRAÇÃO DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E TERRITORIAIS

Segundo Cristofolletti (1980), estudos relacionados as drenagens fluviais sempre possuíram função relevante para a geomorfologia, e a análise da rede hidrográfica pode levar á compreensão e a elucidação de numerosas questões geomorfológicas, já que os cursos de água constituem o processo morfogenético dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre.

Sobre drenagem fluvial o mesmo autor afirma que ela “é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem, definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial”.

Ao longo do tempo as definições de bacia hidrográfica foram se expandindo de acordo com a visão dos autores. O Quadro 3 apresenta alguns conceitos de Bacia Hidrográfica encontrado na literatura.

Quadro 3 - Diferentes conceitos de bacia hidrográfica encontrado na literatura

Autores	Conceito de Bacia hidrográfica
Lima e Zakia (2000)	São sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, podendo ser descritas em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão e, desta forma, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico. Assim, qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou modificação na forma do sistema, ocorrerá uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico.
Fernandes (1999 apud ATTANASIO, 2004)	O termo bacia hidrográfica refere-se a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água. Este compartimento é drenado superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes
Borsto e Martoni (2004)	Definida como uma área delimitada por divisores de água, que a separa das bacias adjacentes e que serve de captação natural da água de precipitação através de superfícies vertentes. Por meio de uma rede de drenagem, formada por um curso d'água, ela faz convergir os escoamentos para a seção de enxutório, seu único ponto de saída.

Barrella et al (2007)	Conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando riachos e rios, ou infiltram no solo par a formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terreno íngremes das serras e montanhas e á medidas que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rio maiores até desembocarem no oceano
-----------------------	--

Fonte: Teodoro et al (2011, p. 140)

Nota-se que apesar da quantidade de conceitos apresentados no quadro acima encontram-se similaridades, principalmente no que diz respeito as condições físicas necessárias para a dinâmica hidrográfica de um rede de drenagem.

A literatura apresenta-se ainda muito confusa no que diz respeito aos conceitos de sub-bacias e microbacias. Veja os quadros 4 e 5.

Quadro 4 - Diferentes conceitos de Sub-bacia hidrográfica encontrada na literatura

AUTORES	CONCEITO SUB-BACIA
Santana (2004)	As bacias podem ser desmembradas em um número qualquer de sub- bacia, dependendo do ponto de saída considerado ao longo de seu eixo-tronco ou canal coletor. Cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação a última , uma sub- bacia. Portanto os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos.
Attanasio (2004)	Unidade física caracterizada como uma área de terra drenada por um determinado curso d'água e limitada, perifericamente, pelo chamado divisor de águas.
Rocha (apud MARTINS et al, 2005)	Sub- bacias são áreas entre 20.000ha e 30.000 há (200 Km <sup>2</sup> e 300 Km <sup>2</sup> ).
Faustino (1996)	A microbacia possui toda a sua área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, várias microbacias formam uma sub- bacia, sendo a área de uma microbacia inferior a 100 Km <sup>2</sup> .
Brasil (1986 apud HEIN, 2000)	As microbacias são áreas fisiográficas drenadas por um curso d'água ou para um sistema de cursos d'água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espalho d'água, constituindo uma unidade ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais do meio ambiente por ele definido.
Moldan e Cerny (1994 apud MACHADO, 2002)	As microbacias são as menores unidades da paisagem capaz de integrar todos os componentes relacionados com a disponibilidade e qualidade de água como: atmosfera, vegetação natural, plantas cultivadas, solo, rochas subjacentes, corpos d'água e paisagem circuncidante.
Lanna (1995 apud BRAGA, 2003)	Microbacia hidrográfica é entendida como uma “área geograficamente delimitada pelos divisores de água que alimentam pequenos tributários”.

Mosca (2003)	Considera a microbacia como a menor unidade do ecossistema onde pode ser observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, sendo que perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento, sendo assim, esse conceito visa a identificação e o monitoramento de forma orientada dos impactos ambientais.
Leonardo (2003)	A microbacia é um elemento de escala de análise ambiental muito singular, pois representa o elo entre a escala micro, correspondente àquele nível de análise, verificação, medição, monitoramento e intervenção <i>in loco</i> e a macroescala de análise, que corresponde à paisagem, região, bacia hidrográfica, nação ou até mesmo uma escala global, de onde são emanadas as normas, a legislação e as políticas públicas. Dessa forma a mesoescala de análise da sustentabilidade é a própria escala espacial da microbacia hidrográfica.

Fonte: Teodoro et al (2011, p. 141)

Conceito de microbacia hidrográfica:

Quadro 5 - Diferentes conceitos de microbacia hidrográfica encontrada na literatura

<b>AUTORES</b>	<b>CONCEITO DE MICROBCIA</b>
Attanasio (2004)	A microbacia é a unidade de planejamento para compatibilização da preservação dos recursos naturais e da produção agropecuária. As microbacias hidrográficas possuem características ecológicas, geomorfológicas e sociais integradoras, o que possibilita a abordagem holística e participativa, envolvendo estudos interdisciplinares para o abastecimento de formas de desenvolvimento sustentável inerentes ao local e região onde forem implementados.
Santana (2004)	O termo microbacia, embora difundido em nível nacional, constitui uma denominação empírica, sugerindo o autor a sua substituição por sub-bacia hidrográfica.
Calijuri e Burel (2006)	Microbacias são áreas formadas por canais de 1ª e 2ª ordem e, em alguns casos, de 3ª ordem, devendo ser definida como base na dinâmica dos processos hidrológicos, geomorfológicos e biológicos. As microbacias são áreas frágeis e frequentemente ameaçadas por perturbações, nas quais as escalas espacial, temporal e observacional são fundamentais.

Fonte: Teodoro et al (2011, p. 142)

Os termos sub-bacia e microbacia devem ser mais discutidos em estudos científicos a fim de elucidar uma visão comum a cerca da definição das estruturas hídricas de menor porte. A abrangência dos cursos hídricos despontam como um ponto de divergência nas discussões nos estudos dessas escalas menores de bacia.

A definição de Barrella et al (2007 apud TEODORO et al, 2011) para bacia hidrográfica pode ser apontada como a mais dinâmica, já que ele trás uma abordagem da estrutura física para escoamento d'água bem como as vias de transportes (riachos e rios) que levam a água até seu destino final(outro rio ou oceano).

Das definições de sub-bacia a de Leonardo (2003 apud TEODORO et al, 2011) se destaca por apontar a importância da análise da escala micro par tornar sustentável as macro escalas hídricas, este autor assim como outros que definem sub-bacia a considera como relativa a microbacia.

O conceito de microbacia como unidade de planejamento para desenvolvimento sustentável do local proposto por Attanasio (2004 apud TEODORO et al, 2011) subsidia teoricamente pesquisa, que visa apontar a importância da integração territorial e dos recursos hídricos a fim de permitir a sustentabilidade ambiental partindo da escala local, cidade de Aroeiras, para conseguir resultados mais abrangentes na qualidade do recurso em escala macro (bacia hidrográfica).

Como foi visto anteriormente nesta pesquisa o PNRH toma a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. No entanto esse embate de definições e terminologias resultam na ineficiência na aplicação das leis que regem a preservação dos recursos hídrico, já que a tomada de decisões do planejamento desconsideram a importância de afluentes de menor porte, por não se enquadrarem na definição de bacia hidrográfica (rede mais complexa).

A bacia hidrográfica é o resultado da integração de inúmeros cursos hídricos, que foram abastecidos por águas da chuva e subterrânea, no decorrer de um longo percurso sem o qual seria impossível o abastecimento dessa rede maior. Ela representa o reservatório final de uma longa jornada, onde foi fundamental a atuação de cada filete, cada tributário, e cada afluente.

Diante essa realidade observa-se a necessidade de preservação das microbacias como a do riacho aroeiras, a fim de minimizar os impactos em escala local, possibilitando melhorias sócio ambientais e também a qualidade da água no conjunto da bacia do médio curso do rio Paraíba, a qual o mesmo faz parte.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 INTERFACE ENTRE CRESCIMENTO URBANO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DA MICROBACIA DO RIACHO AROEIRAS

O município de Aroeiras abriga 19.082 habitantes dos quais 9.531 residem na cidade (49,9%) (IBGE, 2011). As tabelas seguintes permitem observar uma evolução de 30% da população urbana ao longo dos últimos dez anos (Quadro 6). Esses dados apontam para a necessidade de investimento em áreas de infraestrutura para minimizar os impactos ambientais ocasionados no crescimento das cidades.

Quadro 6 - Evolução da distribuição da população por setor de residência

<b>Setor</b>	<b>Censo 2000</b>	<b>Censo 2010</b>
Urbano	6.579	9.531
Rural	12.941	9.551
Total	19.520	19.082

Fonte: IBGE (2011)

Segundo Tucci (2003) a urbanização apresenta as seguintes alterações no ciclo hidrológico:

- a) A redução do volume de infiltração;
- b) Aumento do escoamento superficial;
- c) Com a redução da infiltração, o aquífero tende a diminuir o nível do lençol freático pela redução da alimentação, reduzindo o escoamento subterrâneo;
- d) Devido à substituição da cobertura vegetal ocorre uma redução da evapotranspiração.

O meio ambiente natural é cada vez mais afetado pela transformação do espaço ocasionada pelo processo de urbanização. A impermeabilização do solo reduz drasticamente a sua capacidade de absorção de água, aumentando com isso o escoamento superficial.

Infelizmente o crescimento da população urbana não é acompanhado pelo investimento em infra estrutura urbana, acentuando assim os impactos ambientais ocasionados pela ocupação do solo sem planejamento ambiental.

O município de Aroeiras não dispõe, segundo a secretaria de obras urbanas do município, de nenhum projeto voltado a preservação dos recursos ambientais. Cabendo



apenas a SUDEMA (Superintendência de administração do Meio Ambiente) a intervenção quando necessário de alguma correção do mau uso dos recursos ambientais, e o órgão até então não havia notificado a prefeitura a respeito do mau uso e ocupação do solo nas margens do riacho.

## 5.2 IDENTIFICAÇÃO E AGRUPAMENTO DOS FATORES DE PRESSÃO SOBRE A MICROBACIA DO RIACHO AROEIRAS NO SEU PERÍMETRO URBANO

### 5.2.1 Poluição por efluente

Tucci, Hespanhol e Neto (2001) apontam que as principais cargas de poluição das águas podem ser pontuais ou difusas. A primeira se deve aos efluentes da indústria ou esgoto cloacal e pluvial, as cargas difusas se devem ao escoamento rural e urbano, distribuído ao longo das bacias hidrográficas. Quanto as cargas de poluição elas ainda podem ser de origem orgânica ou inorgânica. As cargas orgânicas têm origem nos restos de dejetos humanos e animais e na matéria orgânica vegetal, enquanto a inorgânica têm origem nas atividades humanas, no uso de pesticidas, nos efluentes industriais e na lavagem pelo escoamento de superfícies contaminadas, como áreas urbanas.

A partir de uma visita técnica a microbacia do Riacho Aroeiras em seu perímetro urbano foram contatados cargas de poluição difusa e pontual de origem orgânica e inorgânica. Cargas de esgoto e dejetos orgânicos de animais, que são criados ao longo de seu percurso, prejudicam a qualidade da água do afluente e os resíduos sólidos urbanos que além de inferir na qualidade da água, contribuem para a sua elevação em períodos de chuva.

Ao longo de seu percurso, o riacho é submetido a cargas diárias de esgoto que são jogados sem nenhum tratamento, e também os que estão expostos á céu aberto e também seguem em direção ao riacho, já que na cidade não existe sistema de coleta de esgoto, além de resíduos sólidos urbanos o e material orgânico proveniente dos rejeitos de animais como pode ser observado na Figura 07, que integram a paisagem do riacho em seu perímetro urbano.

Figura 07 - Fontes de poluição ao longo da microbacia do Riacho Aroeiras no perímetro urbano



Fonte: Dados da pesquisa (2011)

### 5.2.2 Inundações

Dados do IBGE (2011) apontam que 78,6% dos municípios brasileiros apresentam um sistema de drenagem urbana, sem levar em consideração a sua eficiência. Apenas 26,3% dos municípios com sistema de drenagem dispõe de algum instrumento regulador da drenagem urbana (Plano Diretor de Drenagem, Plano Diretor municipal, Legislação Municipal, Leis de Uso do Solo).

A falta de rede de drenagem no processo de impermeabilização do solo urbano em Aroeiras, acarreta sérios danos a população em períodos de chuva. Além de perdas materiais quando a água invade residências e comércios da cidade, o risco de doenças aumenta inferindo na qualidade de vida da sociedade (Figura 08).

Figura 08 - Consequência da falta de rede de drenagem urbana. Foto (A): moradores abrindo valas na rua para o escoamento da água; Foto (B) Rua Antonio Gonçalves (rua comercial da cidade) em período de chuva forte



Fonte: Aroeiras-on line (2011)

Diante á realidade de enchentes que assolam diversas áreas da cidade nota-se a importância do planejamento integrado da gestão hídrica e territorial, haja visto que a impermeabilização do solo em áreas susceptíveis a alagamento devem ser consideradas a fim de evitar os constantes danos enfrentados pela sociedade em período de chuva.

A impermeabilização, sem drenagem adequada, do solo associada à falta de planejamento territorial no processo de uso e ocupação do solo resultam em graves problemas sociais.

As imagens contidas nas Figuras 09 e 10 apresentam a mesma paisagem no período de estiagem e de chuvas, respectivamente.