



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**

**TESE**

**MICROBACIA HIDROGRÁFICA COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL  
NA ARTICULAÇÃO PELA REVITALIZAÇÃO DO RIACHO DAS PIABAS/PB**

**VENEZIANO GUEDES DE SOUSA RÊGO**

**CAMPINA GRANDE – PB  
Março de 2014**

**VENEZIANO GUEDES DE SOUSA RÊGO**

**MICROBACIA HIDROGRÁFICA COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL  
NA ARTICULAÇÃO PELA REVITALIZAÇÃO DO RIACHO DAS PIABAS/PB**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Recursos Naturais.

**Área de concentração:** Sociedade e Recursos Naturais  
**Linha de pesquisa:** Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas

**Sob a orientação do Prof. Dr. Enio Pereira de Souza**

CAMPINA GRANDE – PB  
Março de 2014

**VENEZIANO GUEDES DE SOUSA RÊGO**

**Tese**

**MICROBACIA HIDROGRÁFICA COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL  
NA ARTICULAÇÃO PELA REVITALIZAÇÃO DO RIACHO DAS PIABAS/PB**

Aprovado em: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Enio Pereira de Souza UACA/UFCG  
**ORIENTADOR**

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Mônica Maria Pereira da Silva CCBS/UEPB  
**MEMBRO INTERNO AO PPGRN/UFCG**

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Annemarrie Konig CTRN/UFCG  
**MEMBRO INTERNO AO PPGRN/UFCG**

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Soahd Arruda Rached Farias UAEEA/UFCG  
**MEMBRO EXTERNO AO PPGRN/UFCG**

---

Prof. Dr. Cidoval Morais de Sousa PRPGP/UEPB  
**MEMBRO EXTERNO AO PPGRN/UFCG**

**CAMPINA GRANDE, PB  
Março de 2014**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a “DEUS” e a todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para a construção desta Pesquisa, em especial:

Ao povo brasileiro e ao Brasil, a instituição Ministério da Educação e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) que por meio da infraestrutura e dos seus recursos humanos faz valer a educação como um direito de todos e um dever do Estado, agradeço-lhes na pessoa do Professor Dr. Geraldo Baracuhy, homem que iniciou nesta instituição os estudos em manejo integrado de bacia hidrográfica e nos incentivou dar continuidade.

Ao PPGRN propriamente dito, entendido particularmente como Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PIPGRN), “poemas e teoria”, que demanda fortalecimento da sigla ao contexto da interdisciplinaridade, mesmo terminada esta fase, desejo continuar primando sua inovação. Aos Coordenadores de minha época no PIPGRN Prof. Drs. Pedro Vieira, José Dantas Neto (admirável humanista) e ao Coordenador atual, Prof. Gesinal Ataíde, vos agradeço as chamadas a atenção, para que nos discentes enquadrássemos a nossas vidas acadêmicas ao regulamento do Programa subjacente. Ademais, não deslembro as contribuições dos professores me ensinaram, agradeço-lhes na Pessoa da Professora Dr<sup>a</sup>. Vera Antunes.

A CAPES pelo fomento necessário sem o qual não seria possível um cidadão brasileiro, casado, pai de família, tem dedicação contínua às atividades intelectuais fundantes do conhecimento.

A Banca Examinadora: Professoras Doutoradas Soahd Arruda Racked Farias (UAEA/UFCG) mais do que Professora, colaboradora, amiga, geniosa, humana; Anne Marie König (CTRN/UFCG) que por ser comprometida com a ciência encorajou-me a expandir a pesquisa dizendo-me “tenha coragem”; Mônica Maria Pereira (CCBS/UEPB), minha professora na graduação, especialização, mestrado e doutorado, trabalhando sempre Educação Ambiental, me intitula uma de suas sementes, faz assim sentir-me honrado; o Prof. Dr. Cidival Moraes (PRPGP/UEPB) que muito contribuiu na dinâmica do documento com os insistentes olhares da sociologia, inclusive para que me inserisse no texto como nativo que sou. Agradeço aos Professores de minha banca pelas suas brilhantes contribuições sem as quais o produto final deste estudo não seria possível como está.

Ao meu Orientador, ou melhor, a meus orientadores, inicialmente meu orientador principal o Professor Dr. Enio Pereira de Souza (CCA/UFCG) que sempre acreditou no meu caráter e no meu esforço e me confiou construir os elementos textuais desta tese, dirigindo-os no contexto geral, permitindo que pudesse aflorar as respostas que buscava. A meu segundo orientador o Prof. Dr. Jógerson Pinto Gomes Pereira (UAEA/UFCG) que comigo fez visitas a campo, caminhadas ecológicas e participou de várias reuniões da Articulação, tentando me corrigir no dia-dia para focasse no tempo. Aos integrantes da Articulação em cujo ambiente moldei a proposta intelectual. A vocês muitíssimo obrigado.

A Articulação Interinstitucional pela Revitalização do Riacho das Piabas e Bodocongó, e seus parceiros: (1) O Projeto Universidades Cidadãs da UFCG Estação Paraíba, que teve papel social fundamental para vincular e facilitar a comunicação entre instituições (escolas, igrejas, famílias) afetadas pela situação de desgraça ecossocioeconômica na ambiência do Piabas sob a perspectiva de um processo educativo e emancipatório direcionado para a revitalização dessa ambiência em função do progresso da urbe. Reconheço que o PUC/UFCG foi decisivo, para formalizar os intercâmbios com técnicos colaboradores e me investir de um viés de extensão, institucionalizando-me para não figurar em campo apenas como pessoa física. Desse modo, agradeço imensamente ao Professor Fernando Garcia de Oliveira (Coordenador PUC/UFCG), comparando-o a um verdadeiro “anjo” que apareceu em minha vida, assim como ele a mim comparou a ação de sua orientadora... Lhe serei eternamente grato. (2) As escolas municipais de ensino fundamental de Campina Grande que educam ribeirinhas (E.M.E.F Professora Luzia

Dantas; Luis Gomes; Frei Dagoberto Stucker), nas pessoas de suas Gestoras, respectivamente, Professoras Edivânia Braga, Marina Alves e Verônica, que internalizaram no Projeto Político Pedagógico das escolas à problemática do Riacho das Piabas e ao Colégio Autêntico, na pessoa do Professor Andrade, que por meio de seu colégio enfoca a melhoria da qualidade de vida na região montante do Piabas. (3) A Igreja Católica, através da Paróquia Santa Rosa de Lima, liderada pelo Pe. José Acírio de Medeiros e a Paróquia do São Francisco na pessoa do nosso amado Frei Hermano José, por ter se tornado o principal elo entre as comunidades e a Articulação. (4) As comunidades dos bairros Palmeira, Jeremias, Cuités, Jardim Continental, Bairro das Nações, Jardim Meneses, Alto Branco, Rosa Mística e Conceição, localizados no entorno da “Floresta Urbana do Louzeiro” que sempre tiveram um representante inserido nas reuniões do grupo Articulado, agradeço-lhes em nome da representante das comunidades a Professora Auriberta e do popular Seu Glauco serralheiro. (5) As ONG’s Nova Consciência e Jovens Ambientalistas, nas pessoas do voluntário Matthew Berigan (inspirado cidadão Americano-Brasileiro), da Professora Maria do Socorro Jeronymo Lima Oliveira ( lutadora aguerrida) e dos membros Maricelli e Emmanuel. (6) O Ministério Público Estadual que acompanha as discussões e ações do grupo e intervém na conduta urbana, agradeço na pessoa do Curador Eulâmpio Duarte. (7) A EMBRAPA Algodão, que esteve muito presente nos anos de 2011 e 2012, agradeço aos servidores Railda Silveira Amorim, José Renato Cortez Bezerra, e ao inesquecível Professor Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão (*in memoriam*). (8) Ao 31º BIMTZ do Exército Brasileiro pelo apoio nas atividades externas às escolas, especialmente às caminhadas ecológicas, agradeço-lhes na pessoa dos Sargentos professores Joaci Cerqueira e Luciano Sousa. (9) Ao Supermercado Ideal que sempre colaborou na logística das ações práticas do grupo articulado, durante estes três anos de caminhada, agradeço-lhes na pessoa do Gerente Antonio. (10) Ao mais novo parceiro, a Prefeitura Municipal de Campina Grande, que vem reconhecendo o papel social da Articulação como fundamental para pensar e projetar a cidade que queremos observando outras realidades locais e mundiais, na pessoa da Secretária de Cultura, Professora Marlene Alves e do Secretário de Planejamento Professor Dr. Márcio Caniello que ampliaram ações com o grupo reunindo-se várias vezes, na escola, na igreja, na secretaria, demonstrando interesse aquilo para com aquilo que o coletivo vem pleiteando, meus agradecimentos.

Aos técnicos colaboradores que juntamente comigo dentro do esforço de integralização interdisciplinar, ajudaram a tornar real a investigação da remanescência ainda abrigada no trechos rural do Piabas, assim agradeço: ao Biólogo Ornitólogo Msc. Jullio Marques Ferreira Msc. que durante 1 ano realizou comigo a senso das aves dos trechos de cabeceiras do Piabas, obrigando-se a acordar às 4h sob chuva ou sol. Aos Engenheiros Agrícolas Msc. Joel Medeiros e Marcelo Possas e Geógrafa Dr<sup>a</sup> Silvana Fernandes, que juntamente comigo, trabalharam durante o período de aproximadamente 1 ano a parte de uso e de ocupação do solo e a morfometria da microbacia. Ao coletivo do Laboratório de Referência em Dessalinização (LADBES/UFCG) Coordenado pelo Professor Dr. Kepler França que a pedido da Articulação oportunizou gratuitamente a análise microbiológicas e físico-químicas de 10 amostras de água das cabeceiras do Piabas por meio do suporte técnico dos Mestres Engenheira Ambiental Maniza Fernandes e do Engenheiro Químico Rodrigo. A Bióloga MSc Luciana Marques que nos deu suporte no âmbito da estatística para os processos em educação ambiental.

Aos residentes ruralistas que permitiram a nossa entrada em suas propriedades, em especial Seu Doca e Dona Lurdinha; Seu Amaurício Almeida; Sr. Anchieta Rocha; proprietários do sítio Shanglilá.

Ao apoio dos amigos (*in memoriam*) chamados ao plano divino durante esta estada: meu tio Abél Augusto do Rêgo Costa; meu pai Antonio Augusto do Rêgo Costa; meu padrinho Antonio Vital do Rêgo; meus professores Ivan Coelho Dantas e Napoleão Esmeraldo.

Aos amigos professores do Laboratório Interdisciplinar de Ciências e Tecnologias Agroambientais (LICTA/UFCG): Bruno Abreu, Geraldo Baracuhy Filho, Enoque Marinho, Carlos Monor.

Aos amigos do cotidiano: didi de mainha, daniel, Fabrício, Ramiro, Popay, Carlinhos.

A minha esposa Kátia Cristina de Sousa Cavalcante e a meus filhos Ana Karolina de Sousa Guedes e Vinicius Gabriel de Sousa Guedes, em sintonia com a coragem, a ação cidadã e a utopia de cidades eco inteligentes e simbiontes onde o esforço do coletivo ativista labuta em moldar processos educativos à sustentabilidade ecossocioeconômica, enxergando esperança e ética da terra no caos, harmonizando saúde, trabalho, amigos e espírito em contra ponto aos desmandos do modelo particular de “desenvolvimento” posto.

Em extensão a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a construção desta tese e que de alguma forma me deslembro de citá-los, sintam-se incluídos sempre, pois este esforço é coletivo pelo conhecimento.

A todos vocês.

*Meus sinceros e honrados agradecimentos.*

## EPIGRAFE

### *Reflexão*

*Entendemos por atitude interdisciplinar, uma atitude  
diante de alternativas  
para conhecer mais e melhor; atitude de espera ante os  
atos consumados,  
atitude de reciprocidade que impele à troca, que impele  
ao diálogo – ao  
diálogo com pares idênticos, com pares anônimos ou  
consigo mesmo –  
atitude de humildade diante da limitação do próprio  
saber, atitude de  
perplexidade ante a possibilidade de desvendar novos  
saberes, atitude de  
desafio – desafio perante o novo, desafio em  
redimensionar o velho –  
atitude de envolvimento e comprometimento com os  
projetos e com as  
pessoas neles envolvidas, atitude, pois, de compromisso  
em construir sempre da melhor forma possível, atitude  
de responsabilidade, mas,  
sobretudo, de alegria, de revelação, de encontro, de  
vida (FAZENDA, 1994).*

SOUSA RÊGO, Veneziano Guedes. **MICROBACIA HIDROGRÁFICA COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ARTICULAÇÃO PELA REVITALIZAÇÃO DO RIACHO DAS PIABAS/PB**. 2014. Tese. Programa Interdisciplinar de Pós-graduação em Recursos Naturais - PIPGRN/CTRN/UFCG, Campina Grande – PB, 2014, 114 p.

## RESUMO

A ideia de “desenvolvimento” está no centro da visão do mundo. No planeta globalizado e com múltiplos desafios ao Ser Humano a educação manifesta a necessidade de romper com modelos tradicionais para o ensino. Na gestão das cidades, as tomadas de decisão, manifestadas na compreensão de mundo, representam não somente o estado atual da cultura do povo, mas o nível de fertilidade educacional. No Brasil, o crescimento de urbes avançou historicamente desprovido de participação social e em detrimento das áreas férteis. No Estado da Paraíba, Campina Grande evoluiu de povoado à vila e cidade sobre os domínios da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas (MBHRP). Sob a passividade de sua população 2/3 da microbacia foram urbanizados gerando prejuízos altamente socializados. Em contra ponto a situação, um coletivo afetado passou a questionar o acesso e uso dado aos recursos naturais da microbacia e criou a Articulação Interinstitucional pela Revitalização do Piabas, congregando escolas, igrejas, comunidades, ONGs e universidades. O Autor se fez membro da Articulação. A reflexão da problemática permitiu enxergar padrões intrínsecos à limitação educacional e cultural nos agravos avaliados, sendo acatada a intervenção educacional. Neste contexto a presente tese ocorreu no ambiente da Articulação e teve como objetivo principal evidenciar remanescentes naturais e aspectos físicos da ambiência do Piabas dentro de uma proposta educativa. Os objetivos específicos enfocaram quatro pontos de investigação, a saber: a) morfometria e uso e ocupação do solo; b) recursos hídricos; c) composição avifaunística; d) mobilização do coletivo. A pesquisa participante foi realizada durante 36 meses (janeiro de 2011 a fevereiro de 2014) e envolveu um *mix* de estratégias entre as ciências exatas, naturais, sociais e cognitivas, tendo a educação ambiental como eixo integrador de ensino, pesquisa e extensão. O processo de sensibilização ocorreu em todas as fases ligando campo e cidade e subsidiando bens comuns: materiais pedagógicos, publicações científicas, reuniões, exposições, mostras pedagógicas, gincanas, caminhadas ecológicas, plantio de mudas, mutirões de limpeza, oficinas, participação em programas locais, palestras, mesas redondas, comunicação pela mídia. Para efeito de análise da hipótese em que “a atitude coletiva de cuidar da natureza pode ser melhorada com o tempo em função do incremento da base educativa no tecido social” foram comparados dois períodos distintos: de 1988 a 2010, período denominado de pré-articulação e de 2011 a 2013 o período pós-surgimento da Articulação. Como resultados destacou a morfometria que a microbacia pertence aos municípios Puxinanã, Lagoa Seca e Campina Grande com respectivamente: 4,57%, 6,47% e 88,15%, área total (A) de 3.541 ha e comprimento do curso d’água principal (L) de 19,6 km. O uso e ocupação do solo verificou crescimento urbano de 122% entre os anos de 1986 e 2007 e redução da vegetação primária em 76,14 %. Nos recursos hídricos apurou-se que os trechos de cabeceiras são ricos em nascentes e água doce com parâmetros físico-químicos desejáveis. O estudo avifaunístico revelou existência de 5,56% da avifauna brasileira, 12 espécies são endêmicas e uma ameaça de extinção. No contexto da mobilização foi reconhecida a inter-relação da Articulação e o avanço das ações em prol do riacho nos anos de sua existência. Concluiu que ainda se resguarda áreas do ecótono Caatinga-Mata Atlântica relativamente preservadas e que a intervenção educativa gerou ganhos institucionais, sociais, ambientais, econômicos, políticos, pedagógicos, culturais para além da conclusão da pesquisa. Como sugestão está um Norte mais claro para a urbe pautado no desafio de revitalizar o sistema em função da utopia de cidade eco inteligente para Campina Grande/PB.

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica. Educação ambiental. Manejo ecológico. Emancipação cidadã.

SOUSA RÊGO, Veneziano Guedes. **RIVER WATERSHED AS A TOOL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE INTERACTION OF THE REVIVAL OF THE CREEK PIABAS/PB.** 2014. Thesis. Interdisciplinary Program Postgraduate in Natural Resources - PIPGRN / CTRN / UFCG, Campina Grande - PB, 2014, 114 p.

### ABSTRACT

The idea of "development" is in the World Vision center. In a globalized and multiple challenges to the planet human being education expresses the need to break with traditional models for teaching. In city management, decision making, expressed in understanding the world, not only represent the current state of popular culture, but the educational level of fertility. In Brazil, the growth of large cities has advanced historically devoid of social participation and to the detriment of the fertile areas. In the State of Paraíba, Campina Grande evolved from village to village and town to the areas of the Creek Watershed Watershed Piabas (MBHRP). Under the passivity of its population two thirds of generating highly urbanized watershed was socialized losses. In point against the situation, an affected collective started to question and given access to the natural resources of the watershed use and created the Interagency Coordination for Revitalization of Piabas, bringing together schools, churches, communities, NGOs and universities. The author became a member of the Joint. The reflection of the problematic allowed seeing intrinsic limitation in the educational and cultural grievances reviews standards being heeded the educational intervention. In this context this thesis occurred in the joint environment and aimed to highlight natural remnants and physical aspects of the ambience Piabas within an educational proposal. The specific objectives focused on four points of inquiry, namely: a) morphometry and use and occupation; b) water resources; c) avifauna composition; d) mobilize the collective. Participant observation was carried out for 36 months (January 2011 to February 2014) and involved a mix of strategies between the exact social sciences, natural, and cognitive, and environmental education as integrating axis of teaching, research and extension. The sensitization process occurred at all stages of ligand field and city and subsidizing commons: teaching materials, scientific publications, meetings, exhibitions, educational shows, scavenger hunts, nature walks, planting seedlings, cleaning task forces, workshops, participation in local programs , lectures, roundtables, media communication. For purposes of analysis of the hypothesis that "the collective attitude of caring for nature can be improved over time due to the increase of educational background in the social fabric" two distinct periods were compared: 1988-2010, a period known as pre-articulation 2011-2013 and the post-emergence period of Articulation. The results highlighted that the watershed morphometry belongs to municipalities Puxinanã, and Campina Grande Lagoa Seca with respectively 4.57%, 6.47% and 88.15%, total area (A) of 3,541 ha and stroke length d 'water main (L) of 19.6 km. The use and occupation of land found urban growth of 122 % between 1986 and 2007 and decreased vegetation in primary 76.14%. In water it was found that the extracts are rich in headwater streams and freshwater with desirable physicochemical parameters. The study revealed the existence of avifaunístico 5.56 % of Brazilian birds, 12 species are endemic and threatened extinction. In the context of mobilization was recognized the interrelationship of articulation and advancement of the shares in favor of the creek in the years of its existence. Concluded that still protects areas of the Caatinga, Atlantic Forest ecotone relatively preserved and that the educational intervention has generated institutional, social, environmental, economic, political, educational, cultural gains beyond the conclusion of the research. As a suggestion is clearer for the metropolis ruled the challenge of revitalizing the system as a function of utopia smart eco city to Campina Grande / PB one North.

**Keywords:** Watersheds. Ecological management. Environmental education. Attitude.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Resultados do método cromofluorogênico com ausência (líquido esbranquiçado) e presença de Coliformes Totais (líquido amarelado)	19
Figura 2	Resultados do teste de fluorescência (luz azul) indicando contaminação por E.coli.	19
Figura 3	Mapa da Microbacia do Riacho das Piabas (latitude 7° 09' 10" S e 7° 11' 57" S e longitude 35° 54' 51" W e 35° 52' 46 W) no Estado da Paraíba, com destaque para as áreas do estudo da diversidade avifaunística (A, B, C e D) identificadas com contornos externos e com contornos internos os trajetos percorridos.	22
Figura 4	Localização da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas na Sub-bacia do Bodocongó, Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Estado da Paraíba.	27
Figura 5	Mapa de delimitação dos municípios geopoliticamente integrantes da MBHRP	28
Figura 6	Modelo digital do terreno	29
Figura 7	Mapa de declividade da Microbacia Riacho das Piabas	30
Figura 8	Hierarquização dos canais de drenagem da MBHRP	31
Figura 9	Regime climático diário da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas: (a) 18/07/1986	33
Figura 10	Regime climático diário da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas: (b) 29/08/2007	33
Figura 11	Mapas de uso e ocupação do solo para os anos de 1986	34
Figura 12	Mapas de uso e ocupação do solo para os anos de 2007	34
Figura 13	Mix de paisagens do trecho montante da Microbacia riacho das Piabas	35
Figura 14	Distribuição espacial dos pontos de água para coleta (parte rural da MBHRP).	35
Figura 15	Aspecto de coletas em olhos d'água das nascentes Riacho das Piabas/PB.	36
Figura 16	Gráfico da Unidade Crítica de Deterioração dos Recursos Hídricos em nível de aspectos gerais	37
Figura 17	Gráfico de função linear da diagnóstico microbiológica e físico química das águas.	39
Figura 18	Aves da MBHRP.	42
Figura 19	Curva de rarefação da riqueza de espécies estimadas por CHAO2 e Jack1, com base no método de Mackinnon, registrado na Microbacia Riacho das Piabas/PB em 2013.	52
Figura 20.	Aspecto de um fragmento da MBHRP observado da borda	53
Figura 21	Memória da segunda reunião pela revitalização do Riacho das Piabas na Escola Luzia Municipal Professora Luzia Dantas, Bairro do Alto Branco, Campina Grande/PB, dia 29/03/2012.	64
Figura 22	Croqui trilha na Mata do Louzeiro.	67
Figura 23	Mapa Google adaptado para identificar a trilha na Mata do Louzeiro	68
Figura 24	Número de eventos e de mobilizações em prol do Riacho das Piabas, PB, em função do ano.	71
Figuras 25	Representantes da MBHRP registrados pelas câmeras no estudo - <i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	92

Figuras 26	Representantes da MBHRP - <i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	92
Figuras 27	Representantes da MBHRP - <i>Bubulcus íbis</i> (Linnaeus, 1758)	92
Figuras 28	Representantes da MBHRP - <i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	92
Figuras 29	Representantes da MBHRP - <i>Tringa solitaria</i> (Wilson, 1813)	92
Figuras 30	Representantes da MBHRP - <i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	92
Figuras 31	Representantes da MBHRP registrados pelas câmeras no estudo - <i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	93
Figuras 32	Representantes da MBHRP - <i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	93
Figuras 33	Representantes da MBHRP - <i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	93
Figuras 34	Representantes da MBHRP - <i>Vanellus chilensi</i> (Molina, 1782)	93
Figuras 35	Representantes da MBHRP - <i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	93
Figuras 36	Representantes da MBHRP - <i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	93
Figuras 37	Representantes da MBHRP registrados pelas câmeras no estudo - <i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	94
Figuras 38	Representantes da MBHRP - <i>Crotophaga ani</i> (Linnaeus, 1758)	94
Figuras 39	Representantes da MBHRP - <i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	94
Figuras 40	Representantes da MBHRP - <i>Amazilia fimbriata</i> (Gmelin, 1788)	94
Figuras 41	Representantes da MBHRP - <i>Heliomaster longirostris</i> (Audebert & Vieillot, 1801)	94
Figuras 42	Representantes da MBHRP - <i>Furnarius figulus</i> (Lichtenstein, 1823)	94
Figuras 43	Representantes da MBHRP registrados pelas câmeras no estudo - <i>Tolmomyias flaviventris</i> (Wied, 1831)	95
Figuras 44	Representantes da MBHRP - <i>Hemitriccus margaritaceiventer</i> (d'Onbigny & Lafresnaye, 1837)	95
Figuras 45	Representantes da MBHRP - <i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	95
Figuras 46	Representantes da MBHRP - <i>Phyllomyias fasciatus</i> (Thunberg, 1822)	95
Figuras 47	Representantes da MBHRP - <i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	95
Figuras 48	Representantes da MBHRP - <i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819)	95
Figuras 49	Representantes da MBHRP registrados pelas câmeras no estudo - <i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	96
Figuras 50	Representantes da MBHRP - <i>Cantorchilus longirostris</i> (Vieillot, 1819)	96
Figuras 51	Representantes da MBHRP - <i>Polioptila plumbea</i> (Gmelin, 1788)	96
Figuras 52	Representantes da MBHRP - <i>Turdus leucomelas</i> (Vieillot, 1818)	96
Figuras 53	Representantes da MBHRP - <i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	96
Figuras 54	Representantes da MBHRP - <i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	96
Figuras 55	Montagem de memórias do processo de sensibilização	97
Figuras 56	Montagem de memórias do processo de sensibilização	97

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características morfométricas da MBHRP.	28
Tabela 2	Distribuição das classes de declividade da MBHRP.	29
Tabela 3	Uso e ocupação do solo da Microbacia Riacho das Piabas nos anos de 1986 e 2007	32
Tabela 4	Locais de coleta da água de fontes na porção montante da MBHRP/PB	36
Tabela 5	Diagnóstico de recursos hídricos da MBHRP 2013/2014	37
Tabela 6	Descrição dos variáveis microbiológicas, físicas e químicas das águas e seus respectivos valores de moda obtidos para a MBHRP	38
Tabela 7	Valores da estatística descritiva, das fontes de água analisadas e seus valores físico-químicos quanto a média, mínimo, máximo, mediano e coeficiente de variação (%)	39
Tabela 8	Análise microbiológica da água de 10 fontes de montante da MBHRP (origem Tabela 4) observando presença ou ausência de Coliformes Totais e <i>Escherichia Coli</i> .	41
Tabela 9	Análise físico-química da água de 10 fontes de montante da MBHRP (registradas origens na Tabela 4) observando 24 parâmetros.	41
Tabela 10	Lista da composição avifaunística localizada na Microbacia Riacho das Piabas, com os nomes das espécies e suas respectivas famílias, nome vulgar, frequência de observação (FO) e índice de frequência nas listas (IFL) pelo Método de Mackinnon, estado de conservação da espécie, sensibilidade a distúrbios do habitat, uso do habitat e hábito alimentar.	43
Tabela 11	Número de ações coletivas por ano em prol da revitalização do sistema Riacho das Piabas, PB.	69

## LISTAS DE QUADROS

Quadro 1	Principais questionamentos do coletivo articulado	03
Quadro 2	Parâmetros morfométricos da MBHRP	15
Quadro 3	Estrutura hierárquica do questionário de recurso hídrico (1ª parte)	18
Quadro 4	Estrutura hierárquica da segunda parte do questionário de recursos hídricos (Apêndice).	20
Quadro 5	Evolução dos propósitos da tese no ambiente da Articulação	62
Quadro 6	Quadro 6. Dados georeferenciados da trilha Riacho das Piabas /Mata do Louzeiro	67
Quadro 7	Ações coletivas e tipos de comunicação/mobilização nos momentos denominados de pré-Articulação (1988 a 2010) e de pós-surgimento da Articulação (2011 a 2013)	70

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>ix</b>
<b>Lista de figuras</b>	<b>x</b>
<b>Lista de tabelas</b>	<b>xii</b>
<b>Listas de quadros</b>	<b>xiii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Questionamentos do coletivo e hipótese da pesquisa (Ho/H<sub>1</sub>)</b>	<b>3</b>
1.2.1 Questionamentos	3
1.2.2 Hipótese:	3
1.2.3 Explicação da Hipótese (por dedução)	4
<b>1.3 Objetivos</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Organização estrutural do trabalho</b>	<b>4</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Sociedades na gestão da natureza</b>	<b>5</b>
2.1.1 Interdisciplinaridade auxiliar e processos de educação ambiental	5
2.1.2 Mobilização social com foco ambiental na revitalização de rios	6
2.1.3 Saneamento, saúde e ambiência	6
2.1.4 Ambiência urbano-rural	7
2.1.5 Legislação ambiental e políticas públicas	7
<b>2.2 Recursos Naturais</b>	<b>7</b>
2.2.1 Gestão de recursos hídricos em microbacia hidrográficas	8
2.2.2 Gestão de recursos edáficos em microbacias hidrográficas	8
2.2.3 Gestão de recursos biológicos em microbacias hidrográficas	9
2.2.4 Gestão dos serviços ecossistêmicos em microbacias hidrográficas	9
2.2.5 Ecótono Mata Atlântica-Caatinga	10
<b>2.3 Manejo integrado de bacias hidrográficas</b>	<b>11</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Localização da Microbacia Riacho das Piabas</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Caracterização da MBHRP e da Cidade de Campina Grande/PB</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Procedimento metodológico geral</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Metodologia específica à microbacia como instrumento de educação ambiental</b>	<b>14</b>
3.4.1 Análise morfométrica e de uso e de ocupação do solo da microbacia	14
3.4.1.1 Morfometria	14
3.4.1.2 Uso e ocupação do solo da microbacia	16
3.4.2 Diagnóstico das fontes hídricas e de suas águas em trechos de cabeceiras	17
3.4.3 Estudo da composição avifaunística	21
3.4.4 Estabelecimento dos processos em educação ambiental	24
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>26</b>
<b>4.1. Considerações gerais entre a pesquisa e a Articulação</b>	<b>26</b>
<b>4.2 Análise morfométrica e de uso e de ocupação do solo da MBHRP</b>	<b>27</b>
4.2.1 Morfometria	27
4.2.2 Uso e ocupação do solo da MHRP	32
<b>4.3 Diagnóstico da qualidade das fontes e de suas águas em trechos de cabeceiras</b>	<b>35</b>

4.3.1. Diagnostico geral dos recursos hídricos	<b>35</b>
4.3.2 Questionamento principal e prática	36
4.3.2. Diagnostico microbiológico e físico-químico da microbacia	38
<b>4.4 Composição avifaunística</b>	<b>42</b>
<b>4.5 Processos em educação ambiental no ambiente da Articulação</b>	<b>54</b>
4.5.1 Antecedentes: relatos acadêmicos vinculados à vivência nativa na região da MBHRP	54
4.5.2 Surgimento e desenvolvimento da Articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas.	55
4.5.3 Significados do Projeto Universidades Cidadãs da UFCG junto à pesquisa.	60
4.5.4 Evolução do plano de tese e da hipótese no ambiente da Articulação	62
4.5.5 As ações em educação ambiental propriamente dita	63
<b>5. CONCLUSÃO</b>	<b>72</b>
<b>5.1 Análise morfométrica e de uso e de ocupação do solo da microbacia</b>	<b>72</b>
5.1.1 Análise morfométrica da MBHRP	72
5.1.2 Uso e ocupação do solo da microbacia	72
<b>5.2 Diagnóstico das fontes hídricas e de suas águas em trechos de cabeceiras</b>	<b>72</b>
<b>5.3 Composição avifaunística em remanescentes ecotonais de domínio montante</b>	<b>72</b>
<b>5.4 Processos em educação ambiental no ambiente da Articulação</b>	<b>73</b>
<b>6. SUGESTÕES</b>	<b>73</b>
<b>7. DESAFIOS</b>	<b>73</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>74</b>
<b>9. APÊNDICE</b>	<b>83</b>
<b>9.1 Laudo microbiológico da fonte cinco existente na Mata do Louzeiro</b>	<b>83</b>
<b>9.2 Laudo físico-químico da fonte cinco existente na Mata do Louzeiro</b>	<b>84</b>
<b>9.3 Formulário adaptado pelo Autor para aplicação a residentes rurais da MBHRP</b>	<b>85</b>
<b>9.4 Registro de aves na porção montante (trecho de nascentes) da Microbacia Riacho das Piabas, 2013.</b>	<b>92</b>
<b>9.5 Memórias da Articulação na mobilização pela Revitalização do Riacho das Piabas</b>	<b>97</b>
<b>10 ANEXO</b>	<b>98</b>
<b>10.1 – Formalizações PUC/UFCG para suporte técnico a Tese</b>	<b>98</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A ideia de “desenvolvimento” está no centro da visão do mundo na perspectiva do processo de invenção cultural.

No planeta globalizado e com múltiplos desafios ao Ser Humano a educação manifesta a necessidade de romper com modelos tradicionais para o ensino. O conhecimento fragmentado não mais consegue analisar fenômenos complexos como desequilíbrios ambientais e atrai atenção de vários olhares que merecem um eixo integrador.

Na gestão das cidades, as tomadas de decisão, manifestadas na compreensão de mundo, representam não somente o estado atual da cultura do povo, mas o nível de fertilidade educacional.

Avaliando que a reprodução socioeconômica prescinde a manutenção dos recursos naturais remanescentes, é seguro que centros urbanos planejem o “desenvolvimento” em sintonia com a manutenção das áreas verdes e/ou naturais, tendo a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Especialmente em trechos periurbanos e rurais que abrigam diversidade natural significativa, a conciliação entre educação, tomadas de decisão e manejo de bacias hidrográficas é condição *sine qua non* ao aproveitamento econômico com inclusão social e sustentabilidade.

No caso do Brasil, o crescimento desordenado de urbes historicamente avançou desprovido da participação social e sem poupar áreas férteis à sadia qualidade de vida.

No Estado da Paraíba o fenômeno tem distinção na cidade de Campina Grande, evoluída nos domínios hidrográficos da Microbacia Riacho das Piabas (1697).

O sistema Piabas disponibilizou fartos recursos naturais aos primeiros habitantes. Os índios Cariris e Ariús se beneficiaram e, gradativamente, por meio do acesso e do uso desses ativos ambientais, construiu-se povoado, vila e cidade.

Consta que a água doce que brotava das fontes do Piabas atraía antigos viajantes (Tropeiros da Borborema), principalmente nas imediações do Açude Velho para saciar a sede da tropa e seguir suas viagens interioranas e interestaduais. Nesse pouso, os animais permaneciam amarrados em “campinas grandes” existentes no entorno do açude<sup>1</sup>.

O modelo particular de “desenvolvimento” campinense centralizou-se em demasia pela classe hegemônica e processou pesada tecnoestrutura de fomento no sentido da rápida artificialização dos meios naturais. Sob a irracionalidade ecológica e a passividade da população, urbanizou-se a parte plana (porções mediana e jusante ao Sul) da microbacia.

Nesse caminho, em contra ponto aos bens da urbanização, recursos edáficos foram revolvidos, recursos hídricos aterrados, recursos biológicos exterminados. O Riacho das Piabas cedeu suas margens às avenidas e passou a ser canalizado, drenar esgotos, carrear resíduos sólidos, exalar mau cheiro. Sua porção lântica, o Açude Velho (cartão postal), passou assemelhar-se “lagoa de estabilização”. Nas áreas periurbanas o desconforto socioeconômico expôs habitações em áreas de proteção permanente (APP's), decréscimos da liberdade substantiva, redução de empregos produtivos, desesperança, descoesão social, aumento da pobreza, drogadição e da violência, piorando os cenários durante as épocas de chuva e enchentes.

A apropriação da natureza gerou passivos ambientais de custos altamente socializados ao povo Campinense, principalmente às gerações futuras. Do espaço territorial da microbacia apenas a porção montante (de topografia acidentada ao Norte) se conservou nativa, favorecendo pequenas propriedades rurais.

---

<sup>1</sup>Informação resgatada por etnoconhecimento do Sr. Francisco de Assis Medeiros (*in memoriam*) nascido, criado e falecido em Campina Grande, contando ganho de “muitos dinheiros” amarrando burros com seu avô para os tropeiros nas “campina grande” (vegetação rasteira com predominância de capins e gramíneas) de entorno ao Açude Velho. “--- Aonde o senhor quer que amarre seus burros? --- Amarre naquelas campina grande.”

O domínio montante e rural da microbacia com cerca de 500 hectares ainda resguarda expressiva remanescente natural em processos vitais e mistura de espécies circundantes da megabiodiversidade brasileira. A área é enquadrada como região ecotonal encerrando biocenoses da Mata Atlântica e da Caatinga. Destacam-se os serviços ecossistêmicos expressivos a exemplo da produção de água doce de excelência, constituindo possibilidade endógena única de segurança hídrica para o centro urbano (Campina Grande) a jusante.

Mesmo legalmente tutelado os trechos de nascentes (montante) vem sofrendo fortes agravos à sua manutenção, sendo os desmatamentos nas áreas de preservação e a poluição os eventos de maior magnitude, associados à ameaça do crescimento urbano desordenado sobre a área e a limitada ação do poder público na efetivação da proteção ambiental, o que põe em dúvidas a manutenção desses ecossistemas até a próxima década (2020).

O potencial da região em alguns fragmentos da história ambiental (em resgate) reporta-nos a exuberâncias em fauna, flora, cachoeiras caudalosas no curso do Piabas, água doce e roçados de policultivos, coexistindo até a década de 1980 do século passado.

Do ponto de vista acadêmico até o ano de 2010 as intervenções realizadas na região foram raras e limitadas a monografias de graduação, especialização e uma dissertação. Nos poucos estudos a natureza foi confirmada como riquíssima, ameaçada e desconhecida, o que encobre possíveis ações de prevenção e proteção, visto que o estado do conhecimento sobre a região não está cientificamente identificado.

Globalmente na busca do “desenvolvimento” ao longo do tempo, poucos centros urbanos reconheceram e, portanto, conservaram resquícios de vegetação nativa em seus perímetros (Berlin, Paris, Curitiba). Nova York/USA o Central Park, Rio de Janeiro a Floresta da Tijuca. Campina Grande/PB ainda conserva significativos recursos florísticos (possivelmente anteriores à colonização) e faunísticos (lista vermelha do IBAMA) e serviços ecossistêmicos essenciais nos domínios de nascentes do Riacho das Piabas (área Norte, rural da microbacia), restando a sua sociedade tomar conhecimento e os reconhecer e os gerenciar com estratégias à sobrevivência, sendo imposta antes, uma condição mais ampla em educação e cultura.

O ativo ambiental (Riacho das Piabas) que oportunizou origem e desenvolvimento do povo Campinense é desconhecido até na Lei Orgânica Municipal, que não o referencia única vez em seu longo texto legal. A sociedade calada e a realidade mais imediata em que o sistema Piabas “agoniza” revelam pontos de injustiça ambiental, especialmente nas imediações do “Bairro” Rosa Mística (entorno da Mata do Louzeiro), onde o antropismo é para ribeirinhos, sobretudo, comum e “sem jeito”.

Pode-se generalizar que nas “imagens” reais ou imaginárias de todos os agravos que a população relatou ou que a observação participante identificou, há padrões básicos que se repetem claramente intrínsecos à limitação educacional e cultural da sociedade. Desse modo o “remédio” é educativo e cultural. Será que a atitude desse coletivo no cuidar da natureza pode ser alterada consoante o incremento da educação ambiental? Será que cidade precisa mesmo resolver os problemas do presente sabendo que rumo tomará em médio e longo prazo?

Para SACHS (2008) é preciso saber que nação se quer para qual desenvolvimento.

Observando Capra (1996), como reações a crise civilizatória e de percepção da realidade ecossocioeconômica vivida no “Bairro” Rosa Mística, confluíram-se esforços do Pesquisador, da Campanha da Fraternidade, de Comunidades Ribeirinhas, do Projeto Universidades Cidadãs (PUC/UFCG), de três Escolas Públicas Municipais (E.M.E.F Luzia Dantas; Luiz Gomes; Frei Dagoberto Stucker) de Campina Grande, e de ONG’s ambientalistas (Nova Consciência; Jovens Ambientalistas) para refletir o acesso e uso dado ao sistema de nascentes do Riacho das Piabas e a condição de vida local, desde 2011. O grupo criou a “Articulação Interinstitucional pela Revitalização do Riacho das Piabas e Bodocongó” como eixo integrador das realidades e conquistou gradativamente outros parceiros (Colégio

Autêntico; 31 Batalhão de Infantaria Motorizado; Ministério Público Estadual; Supermercado ideal; Secretaria de Planejamento/Prefeitura de Campina Grande).

Dar visibilidade à problemática e oportunizar subsídios e iniciativas educativas mais sustentáveis e ecologicamente aceitáveis para o estado da arte (cultura) enxergando o futuro tornou-se urgente.

Neste contexto, a tese se inscreveu na agenda interdisciplinar da complexidade e buscou ancorar-se na educação para a sustentabilidade. Conciliando as principais dívidas dos ribeirinhos, investigou propriedades físicas da microbacia e de remanescências naturais do trecho montante (ainda “preservado”) e socializou com eles as informações por meio da educação ambiental (técnica do manejo) buscando sensibilizá-los e mobilizá-los em defesa da revitalização sistêmica do Riacho das Piabas. Construiu, no ambiente da Articulação, diagnósticos e prognósticos técnicos enfocando alternativas em bens e serviços capazes de melhorar gradativamente a sustentabilidade local.

E sendo o sistema Riacho das Piabas o objeto da proposta, moveu-se o estudo na razão do diálogo de saberes em torno da revitalização de sua ambiência em função de uma “cidade eco inteligente” para Campina Grande em médio o longo prazo.

Para tanto, a microbacia foi concebida como instrumento de educação ambiental com base no manejo ecológico da mesma.

## 1.2 Questionamentos do coletivo e hipótese da pesquisa (Ho/H<sub>I</sub>)

Buscaram-se elementos ao longo da pesquisa (03/2010 à 02/2014) para refletir a ambiência Riacho das Piabas (confrontando fundamentos teóricos e a realidade de campo via ambiente Articulado) e promover (construção e desconstrução contínua da proposta em ênfase) o presente nível de aperfeiçoamento.

### 1.2.1 Questionamentos (Quadro 1).

Quadro 1. Principais questionamentos do coletivo articulado

Dos ribeirinhos	Do pesquisador
“Aonde começa e aonde termina o riacho”?	• Quais são os parâmetros morfométricos e de uso e de ocupação do solo da microbacia Riacho das Piabas?
“A microbacia já esta toda urbanizada”?	
“Campina Grande tem água doce”? “Ainda tem nascente com água boa”?	• Campina Grande possui mesmo água doce e potável?
“O que é que ainda tem de bicho aí”?	• Que biodiversidade se refugia nos trechos mais conservados da montante do Piabas?
“O povo acaba com tudo porque quer”.	• Como aperfeiçoar a pedagogia do manejo ecológico de bacia hidrográfica para melhorar a aprendizagem da população local em nível emancipatório de suas próprias questões socioambientais?

Fonte Pesquisa aplicada (2011-2013).

### 1.2.2 Hipótese:

Ho – “A atitude coletiva de cuidar da natureza não pode ser melhorada com o tempo em função do incremento da base educativa no tecido social”.

H<sub>I</sub> – “A atitude coletiva de cuidar da natureza pode ser melhorada com o tempo em função do incremento da base educativa no tecido social”.

### 1.2.3 Explicação da Hipótese (por dedução):

Se a “deterioração da microbacia (x)” estiver diretamente influenciada pela “limitação educacional e cultural da sociedade Campinense (y)” e, se a pesquisa de percepção dos ativos ambientais como processo educativo e emancipatório das questões sociais locais realmente tiver êxito, então ocorrerá sensibilização para o cuidado, fazendo emergir mobilização e práxis social pela defesa do sistema em função do “desenvolvimento” da urbe.

## 1.3 Objetivos

### • Geral

Diagnosticar aspectos físicos e de remanescentes naturais da ambiência Riacho das Piabas como instrumento educativo à luz do manejo ecológico de bacias hidrográficas.

### • Específicos

- a. Realizar análise morfométrica e de uso e de ocupação do solo da microbacia.
- b. Promover a análise qualitativa das fontes de montante e de suas águas;
- c. Estudar a composição avifaunística resguardada em remanescentes mais conservados;
- d) Adequar pedagogicamente as informações do manejo ecológico em processos de educação ambiental para fins de mobilização do coletivo pela revitalização do sistema.

## 1.4 Organização estrutural do trabalho

Para facilitar a compreensão do leitor em alcançar os objetivos apresentados, os elementos textuais foram organizados em 4 capítulos:

A estratégia geral da pesquisa convergiu esforços interdisciplinares no ambiente de uma Articulação para estudar a ambiência do sistema Piabas (aspectos físicos, serviços ecossistêmicos, biodiversidade e processo em educação ambiental) e trabalhar as informações coletadas como tática sensibilizadora de um processo educativo.

Desta forma no capítulo inicial foi concebida a morfometria e do uso e da ocupação do solo da microbacia (aspectos físicos) como forma de responder inúmeras perguntas da Articulação sobre onde iniciava ou terminava esse território e sua rede hídrica (riacho);

O capítulo segundo buscou saber se o sistema de nascentes detinha “água doce” (serviço ecossistêmico), visto que o município campinense produz águas salobras, buscou-se, portanto, investigar se haveria exceção.

O terceiro capítulo avaliou a diversidade avifaunística (biodiversidade) resguardada nos trechos de nascente do Piabas e buscou subsidiar a Articulação e o coletivo à noção de riqueza da região, chamando atenção para sua conservação.

O capítulo quarto trabalhou o processo educativo que permeou todas as etapas da pesquisa no contexto da investigação, sensibilização, mobilização e ação.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Sociedades na gestão da natureza

O processo de desenvolvimento regional e local deve ser compatibilizado com as características das áreas em questão para considerar o uso adequado e racional dos recursos naturais e a aplicação de tecnologias e de formas de organização que respeitem os ecossistemas naturais e os padrões socioculturais (BRESSAN, 1996).

De acordo com Weber (2002), inúmeros conflitos percebidos como sendo de natureza política ou religiosa estão, na realidade, enraizados em conflitos ligados ao acesso ou ao uso de recursos naturais renováveis [...] que constituem a base dos dramas humanos...

A arrogância da humanidade é que, de alguma forma, imaginamos que podemos sobreviver sem a biodiversidade, ou que ela é de algum modo, periférica: a verdade é que precisamos dela mais do que nunca em um planeta com seis bilhões de pessoas, encaminhando-se para mais de nove bilhões até 2050 (SECRETARIADO CDB, 2010).

De acordo com Rick (1994)<sup>2</sup> citado por Weber (2002) os grandes programas de infraestrutura e gestão territorial lançam nas estradas populações teoricamente consideradas reassentadas, mas de fato expropriadas em nome da “luta contra a pobreza”. [...] acompanha-se ainda essas medidas funcionando como pano de fundo dos programas de ajuste estrutural e das medidas de “descentralização” ou de “governo local”, acompanhadas de forte pressão a favor da propriedade privada.

Os desafios que modelam a agenda do desenvolvimento sustentável nos próximos anos podem ser descritos em torno de alguns temas centrais, como o da segurança climática e energética, observando-se uma matriz limpa e os avanços necessários em torno das fontes de energias renováveis; a segurança alimentar; a proteção da biodiversidade, com suas florestas e o acesso aos recursos genéticos; os esforços em busca da paz, da erradicação da pobreza e da justiça ambiental (BRASIL, 2012b).

#### 2.1.1 Interdisciplinaridade auxiliar e processos de educação ambiental

A noção de disciplina é fundamental para que se possa entender o desenvolvimento das ciências do pensamento humano. É uma categoria organizada dentro das diversas áreas do conhecimento que as ciências abrangem (FORTES, 2009).

A respeito da interdisciplinaridade as discussões científicas costumam ressaltar que a utilização do prefixo “inter” não indica apenas uma pluralidade, uma justaposição de disciplinas; ela evoca um espaço comum, fator de coesão entre saberes diferentes que se afetam mutuamente. Na construção de áreas interdisciplinares, cada pesquisador aceita e se esforça para, fora do seu domínio e de sua linguagem técnica, aventurar-se em outros campos do conhecimento (SILVA *et al.*, 2009).

O processo de educação ambiental em sua vertente transformadora acontece no momento em que a população, ao olhar de forma crítica para os aspectos que influenciam sua qualidade de vida, reflete sobre os fatores sociopolíticos e econômicos que originaram o atual panorama e busca atuar no seu enfrentamento (BRASIL, 2009).

A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal (BRASIL, 1999).

---

<sup>2</sup>RICK, B. (1994). *Mortgaging the Earth. The World Bank, the environmental impoverishment and yhe development crisis*. Boston: Beacon Press.

### 2.1.2 Mobilização social com foco ambiental na revitalização de rios

A mobilização social visa despertar a conscientização socioambiental junto às comunidades locais por meio de atividades (culturais, artísticas e religiosos), envolvendo diversos setores atuantes como prefeituras, igrejas, movimentos sociais, entre outros [...] a trabalhar uma visão crítica e transformadora do seu ambiente, capaz de protegê-lo incorporando técnicas e abordagens (BRASIL, 2010).

A revitalização de rios é o processo de recuperação, conservação e preservação ambiental, por meio de ações integradas e permanentes, que promovam o uso sustentável dos recursos naturais, a melhoria das condições socioambientais, o aumento da quantidade e a melhoria da qualidade da água para usos múltiplos (BRASIL 2005b).

Geralmente as propostas apresentadas para solucionar os problemas referentes aos recursos hídricos e suas interações com o meio ambiente são pautadas por ações que visualizam apenas os aspectos técnicos de construção de mundo, como por exemplo a canalização dos rios, que artificializam a paisagem, fazendo com que a população esqueça ou até desconsidere a natureza, que mesmo transformada, seguirá suas próprias leis (AFONSO, 2011).

Para promover a restauração de rios em várias partes do mundo e particularmente no Brasil, grandes desafios do desenvolvimento sustentável estão ligados à aquisição de novos conhecimentos, à elaboração de indicadores para tomada de decisão e ao estabelecimento de parcerias, principalmente com vários níveis de governo (LIMEIRA *et al.*, 2010).

A recuperação e proteção de nascentes e áreas que margeiam os corpos d'água em ambiente urbano e rural e a fomentação de ações complementares de uso racional dos recursos naturais (hídricos e florestais) devem ser estimuladas (BRASIL, 2005b).

### 2.1.3 Saneamento, saúde e ambiência

A qualidade de vida das populações depende do acesso aos bens necessários à sua sobrevivência. Entre as ferramentas existentes para a manutenção da saúde e da qualidade de vida, a principal é o saneamento ambiental (BRASIL, 2010b).

Poucas cidades brasileiras têm um sistema de manejo de águas usadas com reuso eficiente do ponto de vista ambiental. Os rios recebem efluente das indústrias e são alvos de vazamentos acidentais de produtos químicos. Outro aspecto relevante é o da qualidade da água dos mananciais, que está diretamente relacionada às formas de uso e ocupação dos solos, tanto no meio rural quanto no espaço urbano (BRASIL, 2003).

A escassez dos recursos hídricos juntamente com a poluição tem severas consequências sociais econômicas e ambientais, uma vez que compromete o equilíbrio do ecossistema [...] impede o desenvolvimento, o que provoca conflitos, como os ocorridos entre Síria, Israel e Jordânia pelas águas do Rio Jordão em mananciais das colinas de Golã; entre Brasil, Argentina e Paraguai pelas águas do Rio Paraná na geração de energia elétrica. Por causa desses conflitos, água tem sido chamada de “ouro azul” do terceiro milênio em função do valor econômico que lhe é atribuído (PHILIPPI & MARTINS, 2005).

A água potável, assim como a coleta de esgoto, tem fundamental importância para a diminuição do índice de mortalidade, pois evita a disseminação de doenças vinculadas às más condições sanitárias e de saúde (BRASIL, 2010b).

A expansão rápida da população urbana, principalmente nos países em desenvolvimento, não conta com a infraestrutura necessária para suportar as necessidades em termos de saúde humana, meio ambiente e saneamento (AFONSO, 2011).

#### 2.1.4 Ambiência urbano-rural

“O ambiente urbano é, portanto, resultado de aglomerações localizadas em ambientes naturais transformados, que para sobrevivência e desenvolvimento necessitam dos recursos do ambiente natural.” (PHILIPPI JR *et al.*, 2004).

As cidades contemporâneas são cercadas pelas barreiras físicas e sociais que resultam da descontinuidade no desenvolvimento urbano de países subdesenvolvidos [...] são os corredores de comércio, avenidas, ruas locais e auto estradas, que margeiam os vazios e que dão origem ao desenvolvimento urbano informal (SOBREIRA, 2003).

De acordo com Porto-Gonçalves (2006) o processo que se firma não é de urbanização, mas de desruralização, já que as pessoas que se dirigem aos grandes centros urbanos vivem em situações de miséria e submissão econômica, marginalização, expropriação e falta de oportunidades para o trabalho, de modo a criar e recriar áreas de favelas, de moradias periféricas sujeita às ações das intempéries, de falta de infraestrutura educacional, aumentando os índices de violência e tráfico de drogas. Portanto, essas pessoas não estão se urbanizando, mas se desruralizando, já que não vivem os padrões da urbanização (água, esgoto, energia elétrica, asfalto, telefone, televisão, entre outros) e criam uma nova fronteira entre o urbano e o rural, denominada regiões deprimidas ou estagnadas, não sendo considerada urbana nem rural, mas uma nova área de subterfúgio de marginalizados do meio urbano e principalmente do rural.

#### 2.1.5 Legislação ambiental e políticas públicas

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL/CF, 2012).

Durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio 92, o mundo discutia a proteção dos interesses das presentes e futuras gerações, o direito ao progresso em todos os níveis, bem como os mecanismos de promoção do desenvolvimento sustentável. O Brasil naquela ocasião já elaborava suas normas CONAMA com base no reconhecimento da necessidade de se impor limites à intervenção econômica e na adoção de uma conduta mais equilibrada diante da natureza, tendo em vista que cada indivíduo, país ou sociedade, ao adotar seu estilo de vida, torna-se responsável pelos impactos que produz sobre o ambiente (BRASIL, 2012c).

De acordo com Andrade (1997) a avaliação de impactos ambientais constitui um instrumento da política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capazes de assegurar a realização de um exame sistemático dos possíveis danos decorrentes de uma determinada ação (projeto, programa, política) bem como de suas alternativas.

Segundo Reis & Motta (1994), em termos gerais, política pública pode ser definida como “tudo o que o governo faz”, no entanto, há distinção entre decisões e políticas. As primeiras são tomadas todos os dias e em grande quantidade, muitas vezes como simples reação às circunstâncias. As políticas públicas estão acima das decisões, e em geral é produto de planejamento.

## 2.2 Recursos Naturais

Algumas estimativas indicam que atualmente 40% da produção líquida primária da biosfera, em termos de apropriação de recursos naturais e energia já estão comprometidas para consumo humano. Esta estimativa aponta limite bastante restrito ao crescimento e requer rigor ao avanço tecnológico que atenuem as restrições (MOTTA, 1997).

Para Romeiro (2012) não é possível aumentar indefinidamente a eficiência no uso dos recursos naturais (segunda lei da termodinâmica) [...] a quantidade a ser usada – *escala* – deve ser previamente definida com base em parâmetros ecológicos de sustentabilidade.

A nação se comporta bem, se ela trata seus recursos naturais como bens que deverão vir aumentados para a próxima geração e não prejudicado em valor<sup>3</sup> (HEAL *et.al*, 2004, tradução nossa<sup>4</sup>).

### 2.2.1 Gestão de recursos hídricos em microbacia hidrográficas

Os recursos hídricos representam um estoque de recursos fundamental para o funcionamento dos ciclos e funções naturais da vida no planeta [...] uma nova ética é necessária para enfrentar sua escassez no futuro (TUNDISI, 2003).

A partir dos crescentes problemas de escassez dos recursos hídricos e conflitos pelo seu uso em diversas partes do Brasil e do mundo, o planejamento e a gestão desses recursos passaram a ser uma prioridade social e até uma questão de sobrevivência (SOUSA, 2006).

Diante da escassez Rodrigues (1997) reforça que “a água potável é reconhecidamente um recurso vulnerável, finito, e já escasso em quantidade e qualidade, por isso, trata-se de um bem econômico. É, portanto, fundamental que se disponha de instrumentos legais, essenciais ao equilíbrio da oferta e da demanda para garantir o desenvolvimento sustentável”.

Para Oliveira (1999) o gerenciamento do uso da água com o objetivo de preservar os recursos hídricos e ambientais, deve ser realizado em três níveis sistêmicos: a) nível macro - abrangendo os sistemas hidrográficos; b) nível meso – abrangendo os sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário; c) nível micro – abrangendo os sistemas prediais, industriais e institucionais.

Nesse entendimento (BRASIL, 2005) defende que “a Lei das Águas tem como fundamentos: o consumo humano e dessedentação de animais como usos prioritários em situação de escassez; a água como recurso natural limitado e dotado de valor econômico; o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão; e a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e participativa”.

### 2.2.2 Gestão de recursos edáficos em microbacias hidrográficas

O cuidado em conservar os solos agrícolas está ligado à prosperidade e poder de infiltrar mais água durante as chuvas, o que possibilita disponibilizar mais nutrientes e consequentemente garantir melhor produção, mesmo em situações de intervalos mais longos de precipitação (FARIAS *et. al.*, 2011).

---

<sup>3</sup>HEAL, G. M. et at. **Valuing Ecosystem Services Toward Better Environmental Decision-Making**. 2004. National Research Council of the National Academies. Available in: <http://biology.duke.edu/wilson/EcoSysServices/papers/ValuingEcosystemServices.pdf> Acessado em Out 2013.

<sup>4</sup> The nation behaves well if it treats the natural resources as assets which it must turn over to the next generation increased and not impaired in value.

No estado da Paraíba, as classes de capacidade de uso das terras, foram enquadradas em: terras próprias para lavouras (classes II, III e IV) – terras profundas e isentas de pedras para uma agricultura racional permanente; terras impróprias para lavouras (VI e VII); terras impróprias para vegetação produtiva (classe VIII) – que compreende terras próprias para abrigo de fauna silvestre e preservação da flora natural (PARAÍBA, 1978; PARAÍBA/AESA, 2006; BRASIL, 1972).

Segundo Oliveira (2007) a utilização do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 1999) tem evidenciado cada vez mais a importância da produção de informações mais detalhadas sobre os solos do território brasileiro, bem como a necessidade de sistematização e disponibilização das informações até então produzidas.

Após identificar-se o tipo de solo e sua capacidade de uso é possível aplicar as técnicas de conservação mais adequadas para as determinadas áreas com fins agrícolas. As práticas de conservação do solo funcionam como ferramentas estratégicas de planejamento diferenciado, de acordo com o que é disponível no terreno. Podemos citar as práticas conservacionistas de caráter vegetativo, de caráter edáfico e de caráter mecânico como exemplo (FARIAS *et. al.*, 2011).

### 2.2.3 Gestão de recursos biológicos em microbacias hidrográficas

A diversidade biológica significa a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas (BRASIL, 2002).

Wilson (1997)<sup>5</sup> citado por Marchiori & Romanowski (2006) adverte que a diversidade biológica vem sendo perdida em ritmo acelerado.

Para Valente (2005) o problema da insustentabilidade da exploração dos recursos naturais, em especial os recursos biológicos, deve ser uma temática fundamental na formação dos cidadãos.

Conforme Morellato (1992) o pouco conhecimento que temos sobre nossos ecossistemas nativos, limita as discussões e o desenvolvimento de planos de conservação dos recursos naturais existentes.

Sobre a conservação da biodiversidade um dos maiores desafios aos tomadores de decisão é a falta de informação sobre os recursos biológicos (BRASIL, 2008).

Precisa-se de nova visão para a diversidade biológica, buscando um planeta saudável e um futuro sustentável para a humanidade (SECRETARIADO CDB, 2010).

### 2.2.4 Gestão dos serviços ecossistêmicos em microbacias hidrográficas

Os ecossistemas possuem fluxo de energia e de matéria que são o alicerce de toda a vida na Terra, bem como são a base para a atividade econômica humana, pois fornecem bens (água potável, mel, pescado, entre outros) e serviços ecossistêmicos (regulação climática, controle de erosão e de enchentes, recreação etc.) (HAILS; ORMEROD, 2013). Ademais, os serviços ecossistêmicos são fundamentais para o bem estar físico, mental e social humano atual e para as futuras gerações (DERISSEN; LATACZ-LOHMANN, 2013).

---

<sup>5</sup> WILSON, E.O. 1997. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 700p.

Ainda é oportuno ressaltar, que o fornecimento de bens e de serviços ecossistêmicos dependem da diversidade biológica, funcional e genética (quantidade) e da integridade de processos ecológicos (qualidade) (THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY, 2010), de maneira que investimentos em ecotecnologias ou atividades que internalizam o capital natural irão proporcionar economia monetária, em longo prazo, de empresas e do poder público, garantindo a manutenção da vida planetária terrestre (UNIÃO EUROPÉIA, 2010).

Contudo, as tendências atuais estão nos levando cada vez mais perto de uma série de potenciais pontos de ruptura, que reduziriam de maneira catastrófica a capacidade dos ecossistemas de prestarem esses serviços essenciais (SECRETARIADO CDB, 2010).

A degradação dos serviços ecossistêmicos pode causar desastres naturais como o potencial de enchente, seca, desertificação que, por sua vez, ocasiona a perda de vidas, destrói colheitas e casas, além de reduzir a disponibilidade de recursos naturais necessários para sustentar a vida, tais como, alimentos, energia, medicamentos... [...] isso tudo pode representar prejuízo de trilhões de dólares. [...] e nos países mais pobres, as populações mais carentes são mais gravemente afetadas (BRASIL, 2011b).

Diante da crescente pressão sobre os ecossistemas, várias instituições e governos têm buscado criar incentivos para melhoria da gestão do patrimônio ambiental. Nesse sentido, políticas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) têm sido apontadas ao redor do mundo como uma opção viável para alcançar esse objetivo, complementando ações de comando e controle (SANTOS *et al.*, 2012).

## 2.2.5 Ecótono Mata Atlântica-Caatinga

Promover a conservação da biodiversidade da Caatinga demanda grandes obstáculos que precisam ser superados. O primeiro é a falta de um sistema regional de áreas protegidas, visto nenhum outro bioma brasileiro ter tão poucas Unidades de Conservação de proteção integral. O segundo é a falta de inclusão do componente ambiental nos planos regionais de desenvolvimento. Assim, as sucessivas ações governamentais para melhorar a qualidade de vida da população sertaneja contribuíram cada vez mais com a destruição de seus recursos biológicos (BRASIL, 2002).

Com relação à Mata Atlântica, Pinto *et al* (2004), estimam que mais de 40% das espécies de vertebrados e plantas lenhosas da Mata Atlântica sejam endêmicas.

Ribeiro *et al* (2009)<sup>6</sup> citado por Oliveira (2010) afirmam que o rico bioma Mata Atlântica cobria cerca de 15% do território nacional, com uma área original de aproximadamente 1.300.000 km<sup>2</sup> e estimativas atuais apontam que resta algo entre 11 a 16% de sua cobertura original.

Conforme Fonseca *et al.* (2004) a combinação dos fatores enorme biodiversidade e alta vulnerabilidade com a perda de grande parte da cobertura florestal original, caracterizam a Mata Atlântica com um dos 35 *hotspots* de biodiversidade do planeta, tornando-se uma prioridade para conservação mundial.

---

<sup>6</sup>RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J. & HIROTA, M.M. 2009. **The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed?** Implications for conservation. *Biological Conservation* 142: 1144-1156.

## 2.3 Manejo integrado de bacias hidrográficas

A microbacia hidrográfica é uma área fisiográfica drenada por um curso de água ou por um sistema de cursos de água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espelho de água (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Um recurso hídrico antropizado estende esse impacto ao longo da área geográfica de sua drenagem, que é a bacia hidrográfica (SOUSA, 2006).

[...] a gestão da bacia hidrográfica deve ser descentralizada e contar com a participação de todos – poder público, setores usuários e sociedade civil [...] indica novos rumos em matéria de gestão das águas, a começar pelo entendimento jurídico-legal, de que a superação dos graves problemas ecológicos atuais e a condução do desenvolvimento econômico, rumo a cenários socioambientais sustentáveis, passa pelo cruzamento das questões ecológicas, socioeconômicas e político-financeiras de sustentabilidade, do sistema de gestão dos recursos hídricos (BRASIL, 2006).

Ao tratar do desenvolvimento rural, é preciso considerar que a abordagem possui limites metodológicos na compreensão da realidade. A sua competência para tratar das questões do ambiente não garante solução ao desenvolvimento como um todo. Assim, ao invés de se definir a microbacia hidrográfica como unidade ideal de planejamento, deve-se concebê-la como unidade estratégica de planejamento (SILVA, 1994).

O manejo integrado de microbacias hidrográficas introduz novo padrão de desenvolvimento sustentável da região, que tem a preocupação de preservar efetivamente os recursos naturais, integrando o homem ao meio. A interação homem-ecossistema inicia-se por um planejamento do uso dos recursos naturais para o desenvolvimento de planos e ações de ocupação do espaço físico (BARACUHY, 2001).

O manejo ambiental tem por objetivo recuperar, conservar e proteger unidades espaciais, estruturadas e complexas, cujos elementos, atores e fatores, sejam bióticas, físicas, socioeconômicos, mantém relações interdependentes (MELLO FILHO e LIMA, 2000).

Para Lima-e-Silva *et al.* (1999) manejo significa a aplicação de programas de utilização dos ecossistemas, naturais ou artificiais baseados em princípios ecológicos, de modo que mantenham da melhor forma possível as comunidades vegetais e/ou animais como fontes úteis de produtos biológicos para os humanos, e, também como fontes de conhecimento científico e lazer.

As Áreas de Preservação Permanente - APP, localizadas em cada posse ou propriedade são bens de interesse nacional e espaços territoriais especialmente protegidos, cobertos ou não por vegetação, com a função ambiental de 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 (BRASIL, 2012).

Unidade estratégica de planejamento na administração pública, embora considerada por Silva (1994) não sendo a ideal, a microbacia hidrográfica deve ser diagnosticada quanto a seus elementos culturais, sociais, econômicos e ecológicos. Ademais, a abordagem em microbacias diz respeito a um tratamento local e regional do desenvolvimento, buscando intervir na organização territorial em conformidade com as condições naturais existentes (FREITAS *et al.*, 2012).

Com o surgimento da chamada “civilização do trabalho” é inegável que muitas sociedades têm tentado promover a socialização do lazer. [...] ao refletir sobre as oportunidades de lazer em Campina Grande (PB), talvez de tanto se disser que Campina é a capital do trabalho (e é ótimo que assim seja) nos esqueçamos de nos preocupar com o seu complemento natural, “que é o lazer” (MELO, 1988).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização da Microbacia Riacho das Piabas**

A microbacia está localizada a 120 km da Capital do Estado da Paraíba, João Pessoa, Nordeste do Brasil.

Segundo Sousa (2010) o sistema de nascentes da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas (trecho de montante) abrange geopoliticamente os municípios: Puxinanã, Lagoa Seca e Campina Grande, entre as coordenadas de latitude 7° 09'10" S e 7° 11'57" S e longitude 35° 54'51" W e 35° 52' 46 W.

#### **3.2 Caracterização da MBHRP e da Cidade de Campina Grande/PB**

O limite geográfico da Microbacia Riacho das Piabas está localizado em área de transição do bioma Mata Atlântica e Caatinga, ocorrendo área de tensão ecológica entre a vegetação Ombrófila Aberta e Savana Estépica (IBGE, 2004).

A capacidade de uso da terra é caracterizada por terras não cultiváveis, com limitações para culturas permanentes e terras íngremes susceptíveis a erosão (AESAs, 2013).

Segundo Sousa (2006) nessa região se resguarda significativos remanescentes florísticos e faunísticos cujo conhecimento científico é indeterminado.

A geomorfologia na região é caracterizada pelo Planalto da Borborema com formas tabulares e convexas e o tipo de solo predominante é solonetz solodizado (para o trecho médio e jusante) e regosol nas cabeceiras (AESAs, 2013).

A Microbacia Riacho das Piabas está inserida em uma região que possui clima, de acordo com a classificação Köppen, "As", ou seja, quente e úmido com estação seca no verão (AESAs, 2013).

O período chuvoso, normalmente, inicia no mês de maio e termina em agosto, enquanto que o período seco do ano ocorre durante os meses de outubro a dezembro, a umidade relativa do ar média é cerca de 80%, a precipitação anual é de aproximadamente 800 mm e a temperatura máxima média anual é de 28 °C e a mínima 19 °C (AESAs, 2013).

#### **3.3 Procedimento metodológico geral**

O universo metodológico foi trabalhado sob a perspectiva do diagnóstico e do prognóstico de aspectos físicos e de remanescentes naturais da microbacia, concebida como instrumento educativo à luz do manejo ecológico de bacias hidrográficas por meio de quatro eixos principais de investigação e análise (a, b, c, d):

- a) Análise morfométrica e de uso e de ocupação do solo da microbacia;
- b) Análise qualitativa das fontes de montante e de suas águas;
- c) Estudo da composição avifaunística dos domínios rurais da microbacia;
- d) Adequação pedagógica das informações do manejo ecológico para fins de mobilização do coletivo pela revitalização do sistema.

Buscou-se apoio junto ao Projeto Universidades Cidadãs PUC/UFCG (integrante da Articulação Interinstitucional para a Revitalização do Riacho das Piabas) para formalização de intercâmbios com voluntários (instituições/pesquisadores).

O grupo parceiro se esforçou para convergiu esforços de integração interdisciplinar (entre as ciências sociais, exatas, naturais e cognitivas) visando confrontar os fundamentos

teóricos com a realidade dos trabalhos de campo, observando a relação pesquisa, ensino e extensão.

Aperfeiçoaram-se os documentos-base do plano de tese (seleção PPGRN 2010) e da qualificação da tese (outubro de 2012) sob os “variados olhares” dos atores da referida Articulação.

Diagnosticaram-se aspectos da ambiência (física e biótica) da microbacia. Para tanto, os dados coletados de campo foram adequados em estratégias pedagógicas de educação ambiental. Os processos educativos foram incrementados no tecido das comunidades ribeirinhas e estendidos a coletividade, visando envolvê-las e despertá-las à realidade socioambiental em evidência.

### A construção da hipótese

A hipótese foi construída e desconstruída no ambiente da Articulação até o atual estado de desenvolvimento. Observaram-se os cenários lembrados pela comunidade (ausência de políticas públicas, negligência do poder público em cuidar dos bens tutelados, falta de empregos produtivos, invasão das APP, revolvimentos de solos, desmatamentos, queimadas, falta de saneamento ambiental, poluição do riacho, drogadição, violência, descoesão social...) os trabalhos de campo, e os necessários cuidados para promoção da emancipação cidadã e de um meio ambiente sadio.

Ficou atribuído à população campinense pré-Articulação a condição de inatividade socioambiental e, portanto foi ponderada limitação educacional e cultural. Foram avaliadas as atitudes do coletivo comparando dois cenários denominados de: cenário pré-Articulação (2010 a 1988) e cenário pós-surgimento da Articulação (2011 a 2013) em defesa do sistema Riacho das Piabas.

### Interfaces da Pesquisa

Quanto à forma de abordagem do problema - possuiu etapas qualitativas e quantitativas, onde a produção das descobertas ocorreu de forma mista, na medida em que a hipótese foi multifacetada e assim comportou mais de um método de investigação.

Quanto aos fins - pesquisa participante de cunho exploratória, aplicada e intervencionista: participante, porque vinculou investigação, educação e ação cidadã (exploratória, em função de haver pouco conhecimento sistematizado para a região em estudo; aplicada, pela necessidade subsidiar a resolução de problemas que já existiam; intervencionista, porque interferiu na realidade mais imediata do objeto de pesquisa).

Quanto aos meios - foi de campo e laboratorial. De campo, pois a maior parte foi realizada onde eram observados os fenômenos estudados. De laboratório em função de que, houve etapas controladas em locais determinados e limitados.

O recorte espacial - observou a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) e situou o referido objeto de estudo sob a perspectiva de microbacia hidrográfica. Já o recorte temporal, buscou elementos para refletir sobre a problemática de acesso e uso dessa ambiência durante 26 anos (entre os anos de 1988 e 2014).

As ações de EA foram conduzidas em sintonia com o projeto político pedagógico das escolas, as atividades das paróquias, da comunidade, da universidade e do PPGRN/UFMG.

Durante todas as fases de averiguação os processos de educação ambiental estiveram direta ou indiretamente articulados a problemática vivida na ambiência riacho das Piabas, oportunizando questionamentos, conhecimentos, reflexões e ações práticas em defesa da qualidade de vida na área, observando-se a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795/99) e o art. 225 da CF de 1988.

A microbacia foi concebida como instrumento educativo (objeto de estudo).

A abordagem metodológica específica para a coleta de dados foi realizada mediante o atendimento controlado de quatro (análise morfométrica e de uso e de ocupação do solo da microbacia; estudo da composição avifaunística; diagnóstico das fontes hídricas e de suas águas em trechos de cabeceiras; construção de procedimentos em educação ambiental).

### **3.4 Metodologia específica à microbacia como instrumento de educação ambiental**

#### **3.4.1 Análise morfométrica e de uso e de ocupação do solo da microbacia**

##### ➤ 3.4.1.1 Morfometria

Para a análise morfométrica da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas (MBHRP) foram trabalhadas cartas temáticas geradas a partir de imagens orbitais do satélite LANDSAT TM-5 órbita ponto 214/65, (29/08/2007), bandas 2B, 3G, 4R, com resolução espacial de 30 metros no terreno, tratadas por meio do Sistema de Informações Geográficas (SIG) *SPRING* 5.2.6 do Instituto Nacional de Pesquisas (INPE), as quais foram registradas e recortadas para posterior estudo, sendo as cenas obtidas junto aos catálogos de imagens disponíveis no site do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE) e *National Aeronautics and Space Administration* (NASA).

O modelo digital de elevação (MDE) foi utilizado como entrada para a geração do mapa de declividade e definição dos tipos de relevo encontrado na área. As classes de declividade foram separadas em quatro intervalos distintos, sugeridos pela EMBRAPA (1999).

Foram utilizadas imagens raster do sensor SRTM (SB-25-Y-C) com resolução espacial de pixel de 90 x 90 m e elipsoide de referência datum horizontal *South American Datum* (SAD69) e a ferramenta SIG para a geração do MDE.

Foram trabalhadas as ferramentas de modelagem hidrológica disponíveis no *SPRING* para inserir consistência da drenagem no MDE, bem como, refiná-lo para que o fluxo do escoamento superficial pudesse ser explorado na delimitação da bacia hidrográfica, no ordenamento da hidrografia e no posterior cálculo do número de segmentos de rios.

Foi representado o fluxo superficial por dados numéricos que simulam direções sendo derivado do modelo D8, utilizado pelo *SPRING* no qual a direção resultante numa vizinhança 3 x 3 é atribuída ao pixel central e, assim, as conformações dessas direções materializam os vales existentes entre as elevações ou a rede de drenagem.

Foi promovido o ordenamento da hidrografia para a individualização dos canais ou segmentos de rios existentes, para evitar que as confluências de afluentes e tributários pudessem criar segmentos indesejáveis, observando o método de Strahler (1957).

A obtenção de comprimento total dos arcos da drenagem e hidrografia, bem como dos valores de altitude máxima e mínima, foi possível com o uso de ferramenta estatístico do SIG.

Realizou-se a extração automática das redes de drenagens da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Bodocongó e, conseqüentemente, da Microbacia Riacho das Piabas obtendo o delineamento dos canais e suas hierarquizações. Com o uso das ferramentas de direção de fluxo e fluxo acumulado obteve-se a malha da rede de drenagem, adotando-se o valor 100 como número mínimo de células para a geração de fluxo e determinou-se à área da microbacia pela ferramenta *Watershed Delineations*.

Utilizando os recursos do SIG foram calculados e comparados os parâmetros físicos (características geométricas, do relevo e da rede de drenagem) da MBHRP Quadro 2.

Quadro 2. Parâmetros morfométricos da MBHRP

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Área de drenagem (A)	Área plana (projeção horizontal) inclusa entre seus divisores topográficos, sendo expressa geralmente em km <sup>2</sup> . A área da bacia afeta diretamente na grandeza das vazões de um curso d'água e constitui-se em um elemento básico para o cálculo de outras características morfométricas.
Perímetro da bacia (P)	Linha imaginária (projeção horizontal) que delimita a bacia através de um divisor de águas principal, separando-a de outras bacias e sendo expressa ordinariamente em km.
Fator de forma (F <sub>f</sub> )	<p>Define-se como a relação da forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). Segundo Villela e Mattos (1975), este fator representa um dos parâmetros indicativo da maior ou menor tendência para enchentes de uma bacia. O fator de forma foi determinado, utilizando-se a seguinte Equação (1):</p> $F_f = \frac{A}{L^2} \quad (1)$ <p>Em que: A é a área de drenagem da bacia (km<sup>2</sup>) e L o comprimento do curso d'água principal da bacia (km). O fator de forma encontrado foi avaliado consoante os seguintes valores assumidos: 1,00 – 0,75 = bacia sujeita a enchentes; 0,75 – 0,50 = bacia com tendência mediana a enchentes; e F<sub>f</sub> &lt; 0,50 = bacia não sujeita a enchentes.</p>
CARACTERÍSTICAS DO RELEVO	
Altitudes máxima e mínima da microbacia e maior altitude do canal principal (H <sub>min</sub> ; H <sub>máx</sub> ; HC <sub>máx</sub> ).	As altitudes foram expressas em metros.
Amplitude altimétrica (ΔH)	Caracterizada pela diferença entre as altitudes máxima e mínima ocorrentes na bacia.
Declividade média da bacia (I)	<p>A declividade da bacia tem uma relação importante e também complexa com a infiltração e o escoamento superficial, constituindo-se em um dos fatores mais importantes que controla o tempo do escoamento superficial e tem ligação direta com a magnitude das enchentes. Quanto maior a declividade, maior a variação das vazões instantâneas. A estimação da declividade da MBHRP foi realizada por meio da seguinte Equação (2):</p> $I = \frac{D}{A} \left( \sum_{i=1}^n CN_i \right) 100 \quad (2)$ <p>Em que: I é a declividade média da bacia (%); D a equidistância vertical entre as curvas de nível (km); CN o comprimento total das curvas de nível (km); e A é a área de drenagem da bacia (km<sup>2</sup>).</p>
Declividade do curso d'água principal – álveo (I <sub>eq</sub> )	<p>A velocidade de escoamento de um rio depende, dentre outros fatores, da declividade dos canais fluviais. Quanto maior a declividade, maior será a velocidade de escoamento, neste caso, maior será o pico de enchente. A declividade de um curso d'água entre dois pontos é obtida através da relação entre a diferença total de elevação do leito pela extensão total do curso d'água entre esses dois pontos, conforme a seguinte Equação (3):</p> $I_{eq} = \frac{\Delta H}{L} \quad (3)$ <p>Em que: I<sub>eq</sub> é a declividade equivalente (m km<sup>-1</sup>); ΔH a amplitude altimétrica do curso d'água principal (m); e L é o comprimento do curso d'água principal (km).</p>

Continuação Quadro 2. Parâmetros morfométricos da MBHRP	
CARACTERÍSTICAS DA REDE DE DRENAGEM	
Comprimento do curso d'água principal (L):	O comprimento do canal principal é uma característica fundamental da bacia hidrográfica porque está relacionado ao tempo de viagem da água ao longo de todo o sistema. Geralmente é expresso em km.
Rede de drenagem (Rd)	É dada pelo somatório dos comprimentos (em km) de todos os cursos d'água de uma bacia hidrográfica, sejam eles: perenes, intermitentes ou temporários – da bacia hidrográfica.
Densidade de drenagem (Dd)	Indica a eficiência de drenagem da bacia. É um índice importante, pois reflete a influência da geologia, topografia, do solo e da vegetação da bacia hidrográfica, e está relacionado com o tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia. A Dd foi determinada através da Equação (4): $Dd = \frac{Rd}{A} \quad (4)$ <p>Em que: Dd é a densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup> ou m/ha), Rd a rede de drenagem (km ou m) e A é a área de drenagem da bacia (km<sup>2</sup> ou em ha). A comparação dos resultados encontrados observou Beltrame (1994) que classifica a densidade de drenagem em: baixa (valor &lt; 5m/ha), mediana (entre 5 e 20 m/ha), alta (entre 20 e 30 m/ha) e muito alta (&gt; 35m/ha).</p>
Ordem dos cursos d'água	Utilizou-se neste trabalho a classificação apresentada por Strahler (1957) em que os canais sem tributários são designados de primeira ordem. Os canais de segunda ordem são os que se originam da confluência de dois canais de primeira ordem, podendo ter afluentes também de primeira ordem. Os canais de terceira ordem originam-se da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens, e assim sucessivamente. A junção de um canal de dada ordem a um canal de ordem superior não altera a ordem deste.

Fonte: Pesquisa aplicada (2011-2013).

#### ➤ 3.4.1.2 Uso e ocupação do solo da microbacia

A determinação do uso do solo foi realizada em ambiente *SPRING* 5.2.6, onde puderam ser identificadas classes de uso do solo na área estudada. Em seguida as classes foram interpretadas em tela e dissolvidas proporcionando o agrupamento das mesmas. O passo seguinte foi realizar a edição do mapa final, sendo determinadas as áreas, perímetros e porcentagens de cada classe de uso do solo.

A base completa dos dados referentes à superfície terrestre foi determinada em dois momentos (1986 e 2007) para originar as mudanças de uso e ocupação do solo. As cartas temáticas foram geradas a partir de duas imagens orbitais do satélite LANDSAT TM-5, órbita ponto 214/65, datadas de 18/07/1986 e 29/08/2007, bandas 2B, 3G, 4R, com resolução espacial de 30 metros no terreno. Foram tratadas por meio dos *softwares de SIG* *SPRING* 5.2.6 do Instituto Nacional de Pesquisas (INPE).

Para a elaboração do mapa de Uso e Cobertura utilizou-se o método de segmentação e classificação supervisionada, por meio do SIG. O resultado obtido foi refinado resultando na classificação e identificação de cinco classes de solo.

Enfim realizou-se a avaliação das mudanças de uso do solo, a partir do percentual de ocupação de área, tal como a variação das modificações provenientes de ação antropogênica.

A partir da geração do modelo digital de elevação (MDE) com a ferramenta de SIG, foram definidas as classes de declividade e o tipo de relevo encontrado na microbacia. Foi acatada a classificação de: relevo plano (0 a 3% de declividade); relevo suave ondulado (3 a

8%); relevo ondulado (8 a 20%); relevo forte ondulado (acima 20%) em consonância com EMBRAPA (1999).

Os mapas temáticos de uso e ocupação das terras de 1986 e 2007, e o mapa de declividade oriundos deste trabalho foram cruzados por meio de ferramentas de SIG. O cruzamento de dados espaciais constituiu tarefa que tem sua complexidade ampliada na medida em que se aumenta o tamanho da base de dados sendo utilizada a ferramenta de álgebra de mapas, definindo os passos das operações de cruzamento dos diferentes polígonos envolvidos.

### 3.4.2 Diagnóstico das fontes hídricas e de suas águas em trechos de cabeceiras

Partiu-se do questionamento sobre a ocorrência de água doce no perímetro municipal de Campina Grande por meio de “olhos d’água” existentes na montante da Microbacia Riacho das Piabas. Agregaram-se vários procedimentos metodológicos com fins de reconhecimento da área. Por meio de visitas de campo e da técnica de observação participante e, mediante a inclusão do pesquisador nos trechos de nascentes foi buscada a familiarização com residentes mais antigos e sábios. Trabalhando em consonância a Articulação e ao conhecimento etnoecológico (sabedoria popular) foram identificadas as macropaisagens naturais, habitações, propriedades, estradas de acesso e recursos hídricos superficiais. Foram enfocadas as localizações de propriedades detentoras de fontes d’água (usadas e/ou em uso pela comunidade) para abastecimento humano. Conjuntamente foram registrados dados em anotações de campo e por imagens digitais e GPS (The Global Positioning System).

Ao final das visitas os trajetos percorridos e os pontos estratégicos observados foram identificados no mosaico de imagens (fontes diversas: satélite, imagens aéreas, fotografadas de aeronaves e GIS 3D) do modelo tridimensional do globo terrestre, disponibilizado na Internet global e pública pelo programa de computador *Google Earth (MapLink, 2013)*, versão grátis.

Para aprofundar o entendimento acerca da área de estudo, a interpretação das informações *in loco* foram cruzadas com os resultados obtidos pelo Autor durante sua vida acadêmica (monografias de graduação, e especialização e dissertação) e contextualizada no ambiente da Articulação, sendo assim, foi ponderada a realidade mais imediata para a ambiência (social, econômica, tecnológica, cultural, ambiental).

Com vistas à aplicação do questionário estruturado (típico do manejo ecológico de bacias hidrográficas) e coleta de água para fins de análises, foram escolhidas propriedades dentre as observadas.

A seleção, a priori, trabalhou com a espacialidade geográfica para atingir o maior número de tributários da rede hídrica principal e para envolver glebas com as mais distintas feições atribuiu princípios duais seguintes: riqueza/pobreza, grande/pequena, em uso rural/ em desuso rural, de natureza conservada/ severamente antropizada, superprotegida por muro alto e segurança privada/abandonada.

Foi considerado o universo de 60 propriedades (que o Autor trabalhou em sua dissertação entre 2008 e 2010) para estipular com base em Rocha (1997) o número ideal de propriedades a ser visitada (Equação 5).

$$n = \frac{3,841 \times N \times 0,25}{(0,1)^2 \times (N - 1) + 3,841 \times 0,25} \quad \text{Eq. 5}$$

Em que:

n = número de visitas realizadas pelo pesquisador;

3,841 se refere a constante do valor tabelado proveniente do Qui-quadrado;

0,25 é a variância máxima para calcular desvio padrão de 0,5;

0,1 é o erro (10%) selecionado pelo pesquisador;

N se refere ao número total de casas (moradias) na unidade considerada.

Garantido a margem de segurança (Equação 5) os parâmetros seletivos foram lançados identificando no Google Earth as propriedades alvo com vistas à visitá-las posteriormente. Optou-se trabalhar em dez glebas e se padronizou fontes tipo “olhos d’água” para realização das coletas de água, por serem as mais representativas da região.

Conhecido os pontos de intervenção foi iniciado à elaboração do questionário estruturado de recursos hídricos (categoria subdiagnóstico específico do manejo ecológico de bacias hidrográficas) conforme Rocha e Kurtz (2001). Optou-se por compô-lo em duas partes (e/ou etapas) abarcando na 1ª a ponderação sobre aspectos gerais aplicados aos recursos hídricos e na 2ª parte o resultado das análises de água.

Desse modo, a 1ª parte do questionário (Apêndice A) foi composta (Quadro 3).

Quadro 3. Estrutura hierárquica do questionário de recurso hídrico (1ª parte)

FATOR	VARIÁVEIS	Sequência das variáveis
1. Fator aspectos gerais aplicados aos recursos hídricos	A - Variável origem da água captada	Sequência qualitativa “a; b”, código 1.1 e critérios de estratificação
	B - Variável armazenamento da água captada	Sequência do código 1.2 a 1.3 e critérios de estratificação
	C - Variável relação oferta-demanda anual de água	Sequência qualitativa “c”, código 1.4 e critérios de estratificação
	D - Variável apreciação do “olho d’água” principal para abastecimento humano	Sequência qualitativa “d”, código 2.1 a 2.11 e critérios de estratificação
	E - Variável prioridade hídrica do residente rural	Sequência qualitativa “e” e critérios de estratificação

Fonte: Pesquisa aplicada (2011 -2013).

Após elaboração do formulário decorreu sua aplicação de forma experimental com atores de algumas propriedades para oportunizar correções. Em seguida aos reajustes (fatores, variáveis, sequências, códigos) buscou-se aplicá-lo em definitivo. A entrevista partiu da identificação do pesquisador seguida pela explicação dos objetivos da pesquisa e da garantia do sigilo da imagem do respondente.

Consoante resposta sim se passou a indagá-lo à etnociência com base nos questionamentos preestabelecidos do formulário estruturado. Adicionou-se enfim uma pergunta sobre a história do “olho d’água” principal e registrou-se em fontes variadas as falas só interrompidas após decisão do mesmo e/ou quando as informações se tornaram recorrentes, conforme Zioni (1994). Ao final foi solicitada autorização para reconhecer a fonte e realizar posteriori coleta d’água. No caso das propriedades abandonadas se trabalhou informações a partir de entrevistas com “residentes-chave” do entorno.

Dado a dificuldade de análise mais complexa de águas e, necessitando garanti-la, o Autor acionou a Articulação que por meio de seu ente o PUC/UFMG documentou pedido de reunião interinstitucional ao Coordenador do LABDES/UFMG com fins de apoio a investigações em curso. Com a garantia da análise das águas foram planejadas e realizadas as coletas com a presença de representantes da Articulação.

Foram realizadas coletas de dez amostras (uma em cada propriedade) para a análise físico-química e microbiológica. Para tanto foi usado um balde com corda, limpo e com capacidade para 3,6 litros (ℓ ou L). A água retirada dos “olhos d’água” da MHRP foi colocada imediatamente em recipientes específicos codificados com os dados: nome, data, hora e coordenadas geográficas da fonte investigada.

No contexto das análises microbiológicas a água coletada foi imediatamente colocada em recipientes de polietileno com capacidade de 300 ml esterilizados em autoclave a 121 °C e tratados com tiosulfato de sódio a 2%, a fim de neutralizar a ação do cloro por ventura existente, conforme Fernandes (2010).

Os frascos foram distanciados do corpo durante o enchimento e fechados cuidadosamente ao termino sem que houvesse quaisquer filtragens e/ou tratamentos da água coletada. Os recipientes foram acondicionados em caixa de material isotérmico contendo gelo para manter a temperatura baixa e conservar as amostras. Ao final da coleta transportou-se o material para o Laboratório de Referência em Dessalinização da Universidade Federal de Campina Grande (LABDES/UFCG).

No laboratório foi feita a assepsia da bancada utilizando álcool a 70%. Foi retirado alíquota de cada amostra coletada e adicionado o substrato “Colilert” para reagir com 100 ml da água em frasco de vidro transparente com capacidade para 300 ml pelo processo de homogeneização. Foram encaminhadas as amostras para uma estufa de cultura (502 ORION) a 37 °C de temperatura. Após incubação de 24hs foi feita a leitura para a determinação da presença ou ausência de Coliformes Totais e de *Escherichia coli*, sendo utilizada a técnica enzimática de substrato definido (colilert) baseada na ação das enzimas das bactérias que alteram a cor da água. Para a verificação de Coliformes Totais foram observadas mudanças na cor da água e para verificação da presença de *E.coli* verificou-se a mudança da cor por meio do teste de fluorescência (Figura 1 e 2).

Figuras 1e 2: Resultados do método cromofluorogênico com ausência (líquido esbranquiçado) e presença de Coliformes Totais (líquido amarelado) e do teste de fluorescência (luz azul) indicando contaminação por *E.coli*.  
Fonte: Fernandes (2010).



Fonte: Fernandes, 2010.

O método específico para microorganismos alvo, considerado rápido e eficaz foi comparado com o disposto na portaria Ministério da Saúde (MS) nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011) que estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e padrão de potabilidade.

Para as análises físico-químicas usou garrafas plásticas com capacidade de 1000 mL previamente higienizadas e disponibilizadas pelo LABDES. O material coletado foi enviado imediatamente após a coleta para o LABDES onde foi trabalhada a metodologia descrita no Standard Methods for Examination of Water and Waste Water (APHA – AWWA – WEF, 2005) para realizar as referidas análises.

As etapas 1ª e 2ª do questionário seguiram o mesmo raciocínio matemático seguinte: Deste modo, a adaptação das variáveis comungou com as experiências de Rocha (1997); Rocha e Kurtz (2007); Baracuhy (2001); Mendonça (2005) e Sousa (2010).

Foi considerado ainda o nivelamento do valor das variáveis para mínimo 1 (variável de melhor situação) e máximo 10 (variável de situação mais indesejável) conforme inovação metodológica internalizada na dissertação do Autor em 2010 a partir de adaptações da turma de manejo integrado de bacias hidrográficas 2008.1/Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFCG.

Com base nos parâmetros utilizados nas análises físico-química e microbiológica das águas para consumo humano idealizou-se a segunda parte do questionário de recursos hídricos (Quadro 4).

Quadro 4 Estrutura hierárquica da segunda parte do questionário de recursos hídricos (Apêndice).

FATOR	VARIÁVEIS	PARÂMETROS	VMP (**)	Sequência das variáveis
Resultado das análises de água usadas para consumo humano	F - Parâmetros microbiológicos	Coliformes Totais	Ausência em 100M	Sequência do código 2.12 a 2.13 e critérios de estratificação
		<i>Escherichia coli</i>		
Resultado das análises de água usadas para consumo humano	G - Parâmetros físico-químicos	Condutividade elétrica, $\mu\text{mho/cm}$ a 25°C	---	Sequência qualitativa “f, g, h, i”, código 2.14 a 2.27 e critérios de estratificação
		Potencial Hidrogeniônico, pH	6,0 a 9,5	
		Turbidez (uT)	5,0	
		Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)	15,0	
		Dureza em Cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), mg/L	---	
		Dureza em Magnésio ( $\text{Mg}^{++}$ ), mg/L	---	
		Dureza Total ( $\text{CaCO}_3$ ), mg/L	500,0	
		Sódio ( $\text{Na}^+$ ), mg/L	200,0	
		Potássio ( $\text{K}^+$ ), mg/L	---	
		Alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ), mg/L	0,2	
		Ferro Total, mg/L	0,3	
		Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L ( $\text{CaCO}_3$ )	---	
		Alcalinidade em Carbonatos mg/L ( $\text{CaCO}_3$ )	---	
		Alcalinidade em Bicarbonatos mg/L ( $\text{CaCO}_3$ )	---	
		Alcalinidade Total mg/L ( $\text{CaCO}_3$ )	---	
		Sulfato ( $\text{SO}_4^-$ ), mg/L	250,0	
		Fósforo Total, mg/L	---	
		Cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), mg/L	250,0	
		Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), mg/L	10,0	
		Nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), mg/L	1,0	
Amônia ( $\text{NH}_3$ ), mg/L	1,5			
Sílica, mg/L ( $\text{SiO}_2$ )	---			
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	$\leq 0$			

Fonte: Pesquisa Aplicada 2011/2013

Para calcular a deterioração da Unidade Crítica Recursos Hídricos (UCRH) foi observada a representação do estudo analítico de códigos e/ou pesos em escalas definidas. A avaliação atribuiu o código e/ou peso que diz respeito a um padrão de medida que avaliado representou o desvio respectivo entre o valor apropriado ao objetivo e o padrão previamente instituído para cada resposta.

O cálculo do modelo matemático foi representado pela equação linear conhecida como Equação da Reta (Equação 6):

$$Y=ax+b \quad \text{Eq. 6}$$

Em que:

Y = deterioração ambiental (%);

a e b são os coeficientes da função

x = resultado da soma das modas obtidas;

Os dados foram agrupados (no Laboratório Interdisciplinar de Ciências e Tecnologias Agroambientais/UFCG) considerando os códigos mais frequentes (de maior ocorrência, ou seja, a moda) a partir das respostas da população entrevistada e seguidamente tabulados as informações quantitativas por meio do editor eletrônico de planilhas de cálculo *Microsoft Excel* versão 2010 para plataforma Windows.

A partir do somatório dos valores mínimos e máximos e da maior frequência que gerou os coeficientes “a” e “b” da equação da reta houve a conclusão do diagnóstico qualiquantitativo de recursos hídricos sendo ponderada a Unidade Crítica de Deterioração dos Recursos Hídricos (UCDRH) da ambiência Riacho das Piabas.

Com base nos diagnósticos foram construídos os prognósticos direcionando sugestões com vistas fortalecer processos educativos, responsabilidades socioambientais, políticas públicas e institucionais (federal, estadual, municipal) e adequações à legislação em vigor.

Os resultados (diagnósticos/prognósticos) foram socializados com o coletivo da Articulação por meio da informação falada e apresentação em *data Show*. Seguidamente foram readequadas e publicadas as considerações para a sociedade em geral por meio da mídia local (escrita, falada, televisada) e por meio de mecanismos acadêmicos.

A ordem da apresentação do resultado foi dados qualitativos a partir de gráficos, tabelas e da discussão propriamente o dados quantitativos.

O estudo se deu entre o período de fevereiro de 2013 e janeiro de 2014 e como material utilizou-se basicamente: mochila, bloco de anotações de campo, câmera digital Nikon COOLPIX, GPS, recipientes para coleta de água (caixa térmica, baldes e acessórios), programa de computador *Google Earth (MapLink, 2013)*; *softwares (Windows versão 2010)*, rede mundial de computadores e apoio técnico dos laboratórios LICTA e LABDES/UFCG.

#### ➤ 3.4.3 Estudo da composição avifaunística

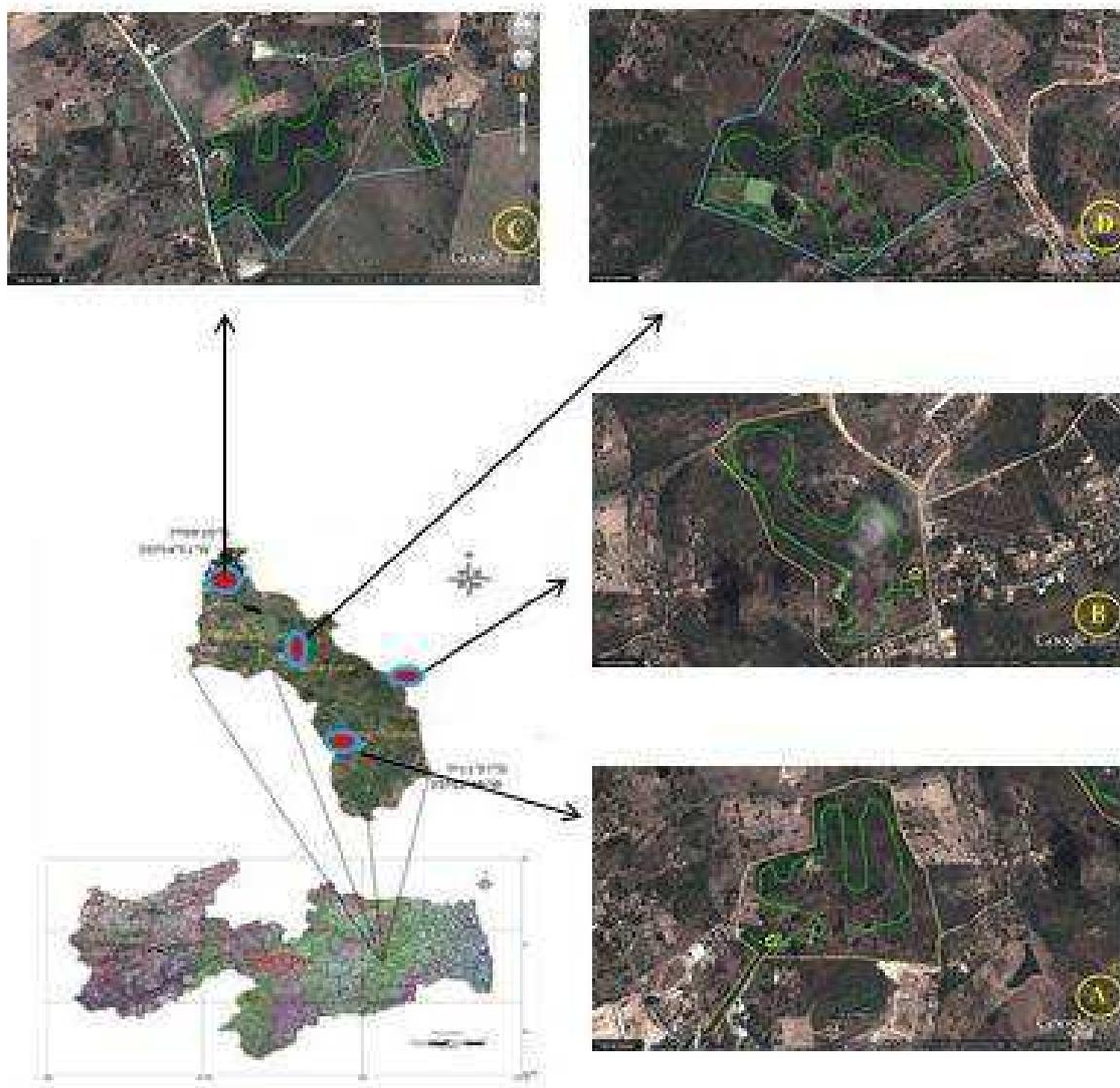
Realizou o estudo em trechos de montante da Microbacia Hidrográfica do Riacho das Piabas (MBHRP).

Escolheram-se quatro áreas mais conservadas. Nestas o sistema de nascentes de água doce apresenta zonas de vegetação mais densa na transição dos biomas Mata Atlântica e Caatinga.

Os domínios geopolíticos dessas quatro áreas se inserem nos municípios Puxinanã, Lagoa Seca e Campina Grande - PB (Figura 3).

A investigação sobre a diversidade avifaunística foi realizada entre os meses de fevereiro a outubro de 2013, e compreendeu o período chuvoso e de seca.

Figura 3 Mapa da Microbacia do Riacho das Piabas (latitude 7° 09' 10" S e 7° 11' 57" S e longitude 35° 54' 51" W e 35° 52' 46 W) no Estado da Paraíba, com destaque para as áreas do estudo da diversidade avifaunística (A, B, C e D) identificadas com contornos externos e com contornos internos os trajetos percorridos.



Fonte: Pesquisa aplicada (2011 – 2013).

#### Delineamento amostral e inventário avifaunístico

A composição avifaunística da área de estudo foi obtida a partir de observações visuais e gravações das vocalizações. Foi registrada a frequência de ocorrência das espécies (**FO**), representada pelo número total de indivíduos de uma dada espécie em relação ao total de espécies registradas (106) (Mueller-Dombois e Ellenberg 1974).

No estudo foi utilizado o método de Mackinnon (1991) modificado por Herzogh *et al.* (2002). A técnica de Mackinnon (1991) consistiu em caminhadas ao longo de trilhas pré-existentes com 2 km de extensão em cada uma das quatro áreas, onde foram feitas listas de dez espécies diferentes a partir das visualizações e/ou vocalizações que ocorriam durante o percurso, anotando todos os dados em caderno de campo. Houve também a identificação de espécies por meio de visualizações e vocalizações eventuais.

Os indivíduos foram identificados até o nível de espécie através das pranchas do guia de campo de Sigrist (2009). A nomenclatura científica, bem como à vulgar adotada foram propostas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos - CBRO (2014).

As jornadas de trabalho iniciavam aproximadamente às 4 h e 30 min para assegurar a chegada dentro da mata entre o crepúsculo matutino, no intuito de registrar as últimas vocalizações das aves noturnas e as primeiras vocalizações das aves diurnas.

Para a obtenção dos dados visuais e auditivos foram utilizados, respectivamente, binóculos, gravador Sony ICD-BX112 e câmera digital Nikon COOLPIX P510.

A abundância foi calculada a partir do IFL – **Índice de Frequência nas Listas** com base nas listas elaboradas pelo Método de Mackinnon. Sendo o IFL pela Equação  $IFL = (P \times 100) / T$ , onde **P** é o número de registro da espécie nas listas (de 10-espécies) e **T** é o número total de listas (124) (RIBON, 2010). Na elaboração das listas foi controlado o ângulo e a distancia de detecção dos indivíduos com o intuito de evitar o registro do mesmo animal. Porém é preciso lembrar que o método utilizado subestima espécies gregárias como os da família Psittacidae e Anatidae (RIBON, 2010). Sendo assim, o cálculo do IFL não foi efetivado nesses grupos.

#### Atributos Ecológicos das Espécies

Foi avaliado o estado de conservação da espécie, a sensibilidade a distúrbios do habitat, o uso do habitat e o hábito alimentar.

Para avaliar o estado de conservação das espécies foi utilizada a lista da IUCN (2010) que classifica as espécies em: pouco preocupante (PP), quase ameaçada (QA), vulnerável (V), em perigo (P) e em perigo crítico (PC). Quanto à sensibilidade a distúrbios do habitat, as espécies foram divididas em três categorias, conforme proposto por Stotz et al. (1996): alta (A), média (M) e baixa (B).

Em relação ao uso do habitat, as espécies foram classificadas em: independentes, semidependentes e dependentes de ambientes florestais (Silva *et al.* 2003).

O hábito alimentar das espécies foi obtido a partir de observações em campo e do uso da literatura de Sick (1997) e Sigrist (2009), o mesmo foi classificado em insetívoro, frugívoro, granívoro, onívoro, nectarívoro, carnívoro, piscívoro e necrófago.

#### Dados Pluviométricos

Para a área de estudo foi definido como período chuvoso os meses com índice pluviométrico acima de 80 mm de acordo com a média de precipitação dos últimos dez anos fornecido pela Agencia Executiva de gestão das Aguas do Estado da Paraíba – AESA de 2013. Sendo assim, foram acatados para as duas áreas como estação chuvosa os meses de abril a agosto e a estação seca os meses de setembro a março.

#### Análise estatística

O número total de espécies observado na amostragem por listas de Mackinnon foi representado por uma curva de rarefação. O comportamento desta curva pode prever, através de estimativas, o número de espécies que ainda não foi observado na área de estudo (Chazdon *et al.* 1998). Para calcular essa estimativa, foram utilizados os estimadores de riqueza Chao 2 e Jack 1. As análises referentes à curva de rarefação e estimativa de riqueza de espécies foram realizadas utilizando o *software Estimate S* versão 7.5 (Colwell, 2005).

#### ➤ 3.4.4 Estabelecimento dos processos em educação ambiental

Partiu-se do convite institucional para favorecer ajuda a comunidades reclamantes de em risco socioambiental (residentes do entorno da Mata do Louzeiro).

Foram marcadas e realizadas reuniões interinstitucionais iniciais.

Os locais de encontro foram os espaços públicos das escolas e das paróquias, avenidas e praças.

O coletivo (instituições e comunidades) mobilizado deliberou a criação da Articulação Interinstitucional pela Revitalização do Riacho das Piabas (Articulação PIABAS).

No ambiente da Articulação foram promovidas mobilizações e intercâmbios em defesa da ambiência do Piabas e investigações técnicas com base nas principais dúvidas levantadas durante as reuniões do grupo.

A estratégia trabalhou sua base educativa do manejo no ambiente da Articulação. Procederam aos diagnósticos a partir dos quais construíram prognósticos da ambiência física e biótica da microbacia.

Foi investigado no meio físico a morfometria e o uso e a ocupação do solo, além do serviço ecossistêmico recurso hídrico (fontes de montante usadas para abastecimento humano) e como recurso biótico, investigou-se o grupo avifauna.

Os dados coletados eram imediatamente socializados com o movimento e esta relação durou 36 meses em que a pesquisa ocorreu (março de 2011 a fevereiro de 2014).

O processo de sensibilização aconteceu por meio de encontros quinzenais (março a agosto de 2011) e mensais (setembro de 2011 a fevereiro de 2014) com exceção das datas alusivas à temática pré-definidas no projeto político pedagógico das escolas, quando se intensificaram os encontros para planejar atividades pedagógicas (formação) e ações (mobilização).

Durante as reuniões da Articulação o processo educativo enfocou reflexões, críticas e questionamentos sobre o acesso e uso dado aos recursos naturais da microbacia e a realidade mais imediata ali vivida, registrando a reação do grupo e seus encaminhamentos.

Através dos dados do manejo com o apoio da Articulação foram aperfeiçoados múltiplos processos em educação ambiental (EA) e incrementados junto aos atores mobilizados (escolas, comunidades ribeirinhas, representantes da igreja, da sociedade civil, acadêmica, parceiros) com vistas a atingir gradativamente coletivo maior.

A lógica comungada pelo grupo possibilitou projetar reflexão e crítica para além do gerenciamento dos recursos naturais da microbacia, contribuindo para uma ação social corretiva da ambiência deteriorada.

Para todas as atividades foram produzidos relatórios, sendo diferenciada, para as ações de extensão a construção de dossiê organizador detalhado dos resultados alcançados.

Com relação à emergência da educação ambiental brasileira no tocante as suas tendências, correntes e concepções, a etapa de pesquisas se baseou na corrente crítico-reflexivo que, de acordo com Morales (2009) traz uma abordagem emancipatória e praxica, marcada pelo pensamento de Paulo Freire e pelos princípios da Teoria Crítica.

Ademais foi observada a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795 de 27 de Abril de 1999), sobretudo seus princípios e objetivos e o “saber cuidar” preconizado por Boff (2002).

A resultante metodológica enquadrou o estudo como pesquisa participante ao vincular o processo de investigação, educação e ação para atingir transformações socioambientais, observou (THIOLLENT, 2008).

Nesta etapa foram utilizados diversos recursos materiais entre estes: agenda, máquina digital de áudio e vídeo, microcomputador e periféricos, *data show*, rede mundial de computadores e *softwares* (Windows e Excel da Microsoft - versão 2010).

## Análise estatística

Para efeito de análise, definiram-se dois períodos distintos, a saber: o período de 1988 a 2010 (histórico anterior), que foi denominado período pré-articulação e o segundo momento, o período de 2011 a 2013 (tese), denominado de período pós-surgimento da Articulação, que se protagonizou em prol do Riacho das Piabas.

A hipótese em que “no tempo (período de 1988 a 2013) a atitude do coletivo em cuidar da natureza (número de eventos e de mobilizações sociais que ocorreram em prol da melhoria ecossocioeconômica da MBHRP) é alterada consoante o incremento da base educativa em manejo ecológico de bacias hidrográficas”, foi averiguada a partir do teste estatístico, não paramétrico, correlação de Spearman, pois não foi possível atender os pré-requisitos do teste paramétrico mesmo com a transformação dos dados. Foi considerado o nível de significância de 5% para essa análise estatística (ZAR, 1996).

A correlação de Spearman avalia se há associação entre duas variáveis, por meio do coeficiente de Spearman ( $r_s$ ); é um teste de “*ranking*”, ou seja, considera a ordem dos dados (postos) e não seu valor (ZAR, 1996).

Para apresentar os resultados gerais foi utilizado um *mix* de estratégias com destaque para o “sistema de Box” usado por Abramovay (1992) para possibilitar a vinculação entre a interpretação do Autor em consonância com as ações da Articulação internalizando as diferentes leituras dos atores pessoa física, jurídica e das instituições envolvidas.

Nesta etapa social foram utilizados incontáveis recursos materiais especialmente: atas, faixas, cartazes, banners, carros de som, câmera digital Nikon COOLPIX P510, *data show*, microcomputadores e periféricos, rede mundial de computadores e *softwares* (*Windows e Excel da Microsoft* – versões 2010 e 2013 e o *BioEstat 5.0*).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Considerações gerais entre a pesquisa e a Articulação

Verificou-se que a Articulação Interinstitucional pela Revitalização do Riacho das Piabas se relacionou com esta tese de forma muito clara. Em primeiro lugar, porque houve a necessidade e o interesse mútuo em se permitir *adequação metodológica* da proposta na medida em que passou a haver motivação para valorizar o que ainda está preservado naquela ambiência. Por que isto? Porque embora seja visível a deterioração socioambiental e econômica em decorrência da expansão urbana de Campina Grande na região em que existem as nascentes, foi possível perceber – inclusive com a realização das caminhadas ecológicas promovidas no âmbito da Articulação – que ainda existem importantes marcas da situação original. Esta orientação metodológica terminou por se revelar extremamente frutífera no contexto do esforço de integração interdisciplinar, uma vez que os levantamentos de campo evidenciaram uma riqueza natural que chega a ser surpreendente. A rigor, foi necessário inovar em termos metodológicos uma vez que houve necessidade de transformar as ideias mestras presentes na metodologia originalmente prevista. Isto foi consequência do diálogo que se estabeleceu com os atores sociais integrantes da Articulação. Os capítulos que apresentam os resultados quanto a fauna e os recursos hídricos não deixam margem à dúvida quanto ao acerto da adequação da metodologia a esta experiência de pesquisa e extensão. Sim, porque além de fazer esta tese também existe o compromisso com a preservação dos ecossistemas do Riacho Piabas.

O fato de ter surgido a Articulação fez com que houvesse a oportunidade de um desenvolvimento da pesquisa, e dos estudos inerentes, em estreita relação com um ambiente de ação e de discussão externo aos muros da universidade. Ao mesmo tempo, a Articulação pôde se dar ao luxo de ter em seus momentos a presença de um pesquisador dedicado ao estudo das questões que eram objeto de preocupação. Neste sentido, não há nenhum exagero em afirmar que tudo ocorreu com muita reciprocidade: os atores externos sempre puderam dispor de um conhecimento aprofundado da questão local enquanto que o pesquisador se beneficiou pela solidariedade de parceiros preocupados com as mesmas questões. É possível dizer que os espaços criados pela Articulação contribuíram decisivamente para dar visibilidade ao que ia sendo descoberto pelo processo de investigação. Registre-se que está falando-se de algo que teve regularidade e que perdurou no tempo. A Articulação surge no início de 2011, nunca se interrompeu, e continua a existir. Durante todo o tempo houve reuniões mensais (e mesmo com periodicidade inferior quando se tratava de planejar algum evento) e a promoção de uma diversidade de ações, onde se incluem: eventos nas Escolas Municipais; caminhadas ecológicas às nascentes do Riacho das Piabas; atos públicos no centro da cidade campinense; petição pela internet e muito mais. Praticamente em todos os momentos (reuniões e eventos nas Escolas, principalmente) houve a solicitação para se falar algo relativo à pesquisa que estava em andamento. Aqueles momentos representavam uma oportunidade de expressar o que se estava aprofundando com o andamento dos estudos. Ao mesmo tempo, significava a alimentação dos participantes com informações técnicas e reflexões sobre o objeto de estudo. Este processo teve seu apogeu quando houve a apresentação dos resultados da pesquisa em uma reunião da Articulação (convocada com esta finalidade específica), realizada no auditório da paróquia São Francisco, no dia 19 de fevereiro de 2014. Acrescente-se: este evento foi como de hábito veiculado no site da UFCG e divulgado para a mídia. Teve destaque a presença de um repórter do Correio da Paraíba que gravou entrevistas no local e permaneceu assistindo toda a apresentação.

No tocante ao universo metodológico perseguido na pesquisa pode-se avaliar que os quatro pontos principais de investigação (água, aves, parte física, processo em educação

ambiental) satisfizeram as expectativas do grupo Articulado, uma vez que essas temáticas foram objeto de dúvidas do coletivo durante as reuniões.

Diferenciou-se a força institucional do PUC/UFCEG enquanto Articulação na mediação dos intercâmbios e parcerias, cabendo ressaltar as formalizações realizadas:

- Estudo específico de morfometria e de uso e de ocupação do solo da MBHRP – Geógrafa Dr<sup>a</sup>. Silvana Fernandes Neto; Engenheiros Mestres José Marcelo Cordeiro Possas e Joel Medeiros Bezerra - doutorandos DEAG/UFCEG 2012/2016).
- Estudo específico da água – Logrou o apoio do LABDES/UFCEG para realizar gratuitamente 10 análises físico-química e 10 análises microbiológicas.
- Estudo específico em ornitologia – Biólogo Mestre Júlio Marques Ferreira
- Análise estatística da mobilização – Bióloga Mestre Luciana Marques Ferreira

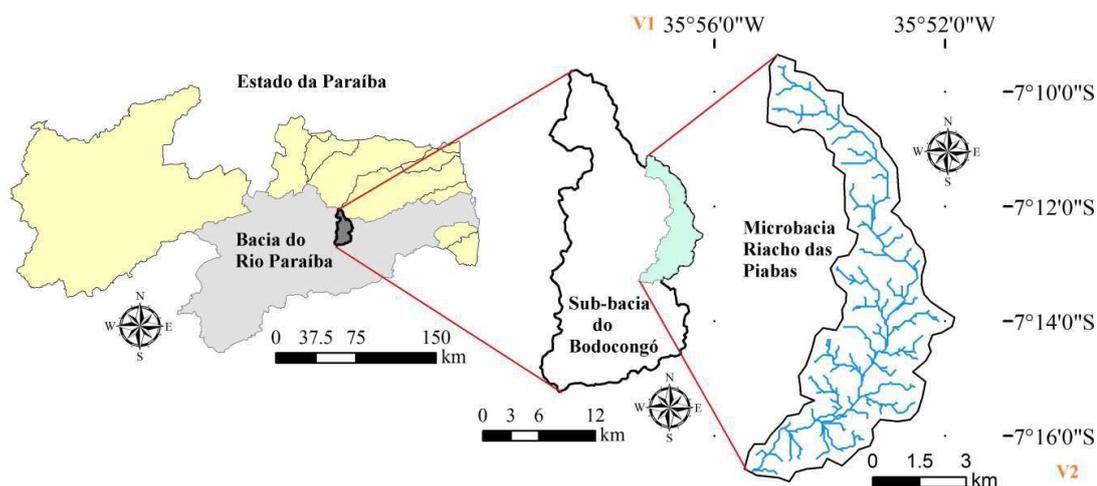
O processo de sensibilização e percepção ambiental da área em estudo foi favorecido pelos vários olhares, a partir do eixo integrador (proposta interdisciplinar).

## 4.2 Análise morfométrica e de uso e de ocupação do solo da MBHRP

### 4.2.1 Morfometria

Com base nos dados catalogados e interpretados verificou-se que a microbacia está dentro da Sub-bacia do Bodocongó que se insere na porção mediana da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba na mesorregião do Agreste Paraibano sob as coordenadas dos vértices do retângulo envolvente: V1 - Lat 7° 8' S e Long 35° 52' W e V2 – Lat 7° 18' S e Long 35° 56' W (Figura 4).

**Figura 4.** Localização da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas na Sub-bacia do Bodocongó, Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Estado da Paraíba.

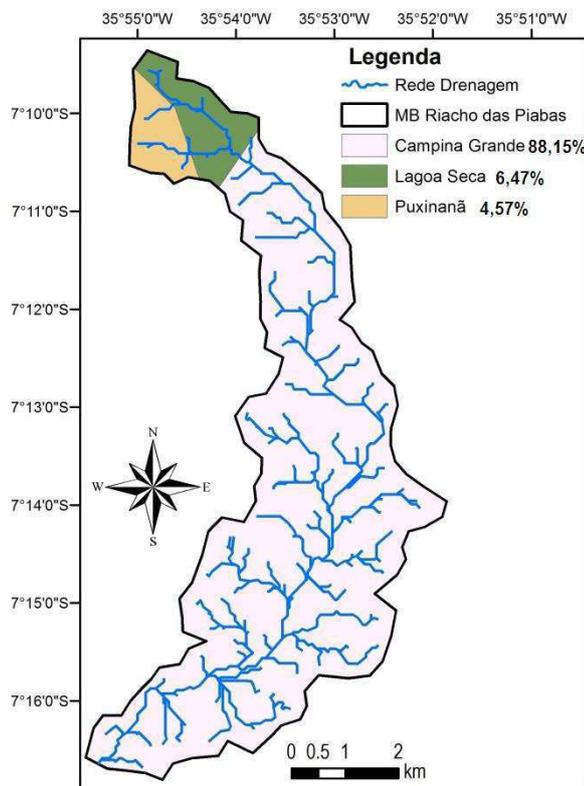


Fonte: Pesquisa aplicada 2011,2013.

Verificou-se que o sistema hidrográfico inicia seu território em uma região de montante, ao Norte, predominantemente rural de onde estende sua rede hídrica em direção ao centro urbano de Campina Grande a jusante, ao Sul.

Quanto à localização da microbacia pode-se afirmar que a mesma possui 4,57% de seu território inserido no município de Puxinanã, 6,47% no município de Lagoa Seca e 88,15% na cidade de Campina Grande (Figura 5).

**Figura 5.** Mapa de delimitação dos municípios geopoliticamente integrantes da MBHRP



Fonte: Pesquisa aplicada, 2011/2013.

No âmbito das características geométricas foi constatado que a área de drenagem da microbacia (A) se projeta horizontalmente por um espaço de 3.541 ha e que é delimitada por divisores de água distribuídos no perímetro (P) total de 41,12 km (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características morfométricas da MBHRP.

Características	Parâmetros	Siglas	Valores
Geométricas	Área da microbacia	A	3.541 ha
	Perímetro	P	41,12 km
	Fator de Forma	$F_f$	0,09
Relevo	Maior altitude da microbacia	$H_{máx}$	697 m
	Maior altitude do canal principal	$HC_{máx}$	677 m
	Menor altitude da microbacia	$H_{min}$	465 m
	Amplitude altimétrica	$\Delta H$	232 m
	Declividade média da bacia	I	2,29%
Rede de drenagem	Ordem da bacia	-	4ª ordem
	Comprimento do curso d'água principal	L	19.6 km
	Rede de drenagem	$R_d$	83.050 m
	Densidade de drenagem	$D_d$	23,5 m/ha

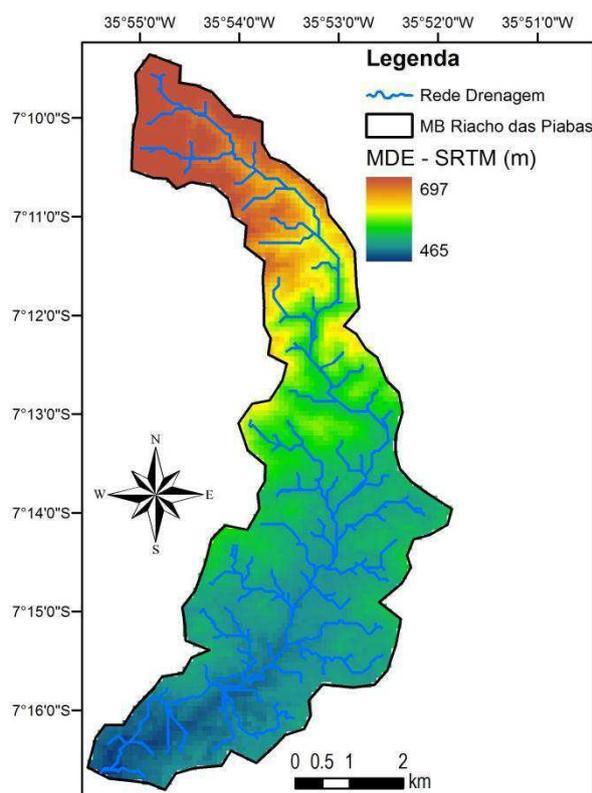
Fonte: Pesquisa aplicada, 2011/2013.

O fator de forma encontrado na microbacia ( $F_f$ ) = 0,09 infere que se trata de área de pouca susceptibilidade a enchentes em condições normais de precipitação pluviométrica, excluído eventos de intensidades anormais. Tais parâmetros indicam que a microbacia possui uma tendência alongada na sua forma. Observa-se que em bacias com formato próximo a um círculo ou quadrado, há maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão de modo a concentrar grande volume de água no

tributário principal do sistema. Porém, deve-se considerar que a cidade impermeável promove situações adversas na drenagem e produz riscos ao longo do trecho urbano.

Quanto as características do relevo foi verificado que as maiores altitudes da microbacia ( $H_{m\acute{a}x}$ ) e do canal principal ( $H_{C_{m\acute{a}x}}$ ) são respectivamente 697 m e 677 m na localidade do povoado de Jenipapo, ao Norte da MBHRP, fronteira entre os municípios Puxinanã/PB e Lagoa Seca e a menor altitude ( $H_{m\acute{a}x}$ ) é 465 m à jusante do sistema no Bairro da Catingueira em Campina Grande, ao Sul, registrando uma amplitude altimétrica ( $\Delta H$ ) com diferença de nível de 232 m distribuídas na extensão do canal principal (riacho) e representando uma possível falha geológica que marca a região (Figura 6).

**Figura 6.** Modelo digital do terreno.



Fonte: Pesquisa aplicada (2011/2013).

A declividade média da microbacia (I) é 2,29% e predomina a classe de relevo I com 1.308,47 ha reportando-se ao relevo plano (de 0 – 3%) em 36,91% da área da microbacia (A) e a classe II com 1.682,56 ha referindo-se ao relevo suave ondulado (de 3 – 8%) em 47,46% da área (A), conforme classificação da EMBRAPA (1999) - (Tabela 2).

**Tabela 2.** Distribuição das classes de declividade da MBHRP.

Classe de relevo (%)	Área (ha)	Área (%)
0 - 3	1.303,47	36,81
3 - 8	1.682,56	47,46
8 - 20	551,79	15,56
>20	2,55	0,07

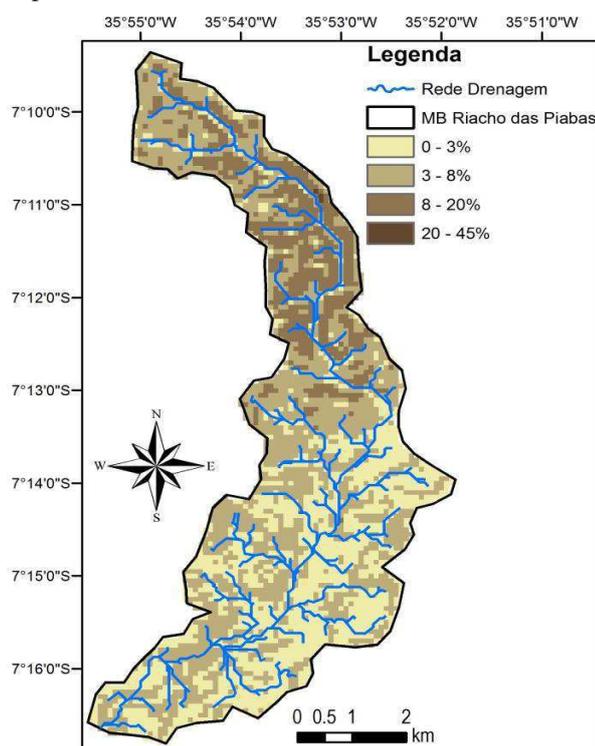
Fonte: Pesquisa aplicada (2011- 2013).

Neste contexto os relevos planos e suave ondulados juntos na MBHRP se distribuem por 2.992,03 ha representando 84,37% de sua área (A) onde teoricamente é favorecido o desenvolvimento rural e urbano, conservando-se as limitações legais.

Outro fato observado revelou que as classes de relevo III e IV, respectivamente relevos moderadamente ondulados e ondulados (de 8 – 13% e de 13 -20%) se fazem presente em 551,79 ha. Estas classes na microbacia representam 15,56% da sua área total (A).

O relevo forte ondulado referente à classe V (>20%) está presente em 2,55 ha indicando zonas dependentes do manejo do solo diferenciado em 0,07 % da área da microbacia (Figura 7).

**Figura 7.** Mapa de declividade da Microbacia Riacho das Piabas.



Fonte: Pesquisa aplicada, 2011/2013.

Foi verificado que não ocorre a presença do relevo com declividade superior a 45%, os quais de acordo com o Sistema de Capacidade de Uso do Solo (FAO, 1994) são terras impróprias para o cultivo devido à declividade excessiva.

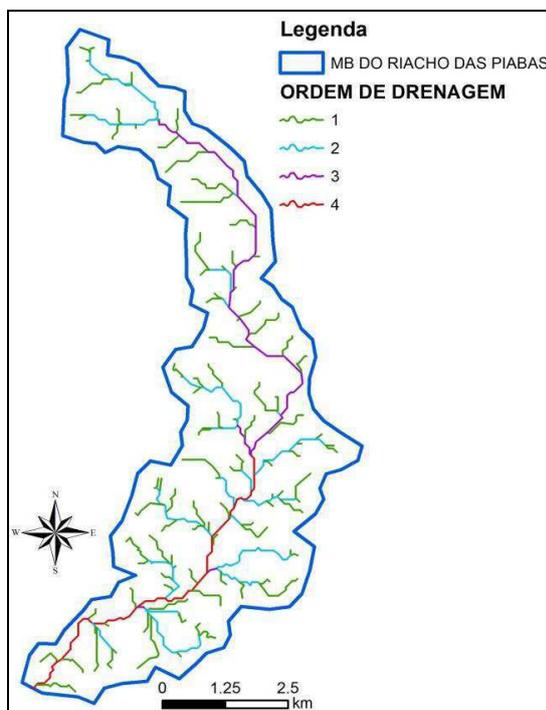
De acordo com o Novo Código Florestal Brasileiro - Lei Nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012) as áreas com declividade superior a 45° de inclinação são consideradas áreas de preservação permanente.

Em relação ao relevo pode-se afirmar ainda que entre o médio-alto curso da microbacia, onde o relevo apresenta suas maiores declividades, a rede de drenagem encontra-se encaixada, sendo que pela configuração das curvas de nível da área, reporta um vale em forma de V. Já no médio-baixo curso, onde as declividades são menores, predomina o relevo suave ondulado e as drenagens possuem um comportamento dendrítico sob um vale em forma de U.

Observou que a declividade influencia a relação entre a precipitação e o deflúvio da bacia hidrográfica, sobretudo, devido ao aumento da velocidade de escoamento superficial, reduzindo assim a possibilidade da infiltração de água no solo. Esta relação de capacidade de infiltração com declividade sofre interferência direta dependendo do uso e ocupação do solo (cobertura vegetal, compactação, asfalto, entre outras) existente na área em estudo.

No âmbito das características de drenagem e partir dos dados obtidos com a hierarquização da MBHRP chegou-se ao resultado de 4ª ordem para a Microbacia Piabas conforme Strahler (1957) que totalizou 123 canais, sendo: 101 canais de 1ª ordem; 19 canais de 2ª ordem; dois canais de 3ª ordem; e um canal de 4ª ordem (Riacho das Piabas). Juntos os 123 canais formam uma rede de drenagem ( $R_d$ ) de 83,05 km (Figura 8).

**Figura 8.** Hierarquização dos canais de drenagem da MBHRP.



Fonte: Pesquisa aplicada (2011-2013).

Foi verificado que o Riacho das Piabas se constitui como o canal de 4ª ordem e curso d'água principal (L) apresentando uma extensão de 19,6 km distribuído no sentido Norte Sul da microbacia com início e foz nas fronteiras dos municípios Puxinanã e Lagoa Seca e de Campina Grande e Queimadas respectivamente.

A densidade de drenagem encontrada na MHRP foi de 23,5 m/ha, que retrata uma área com alta densidade de drenagem, conforme classificação de Beltrame (1994). Isso talvez possa ser explicado pelo fato da microbacia estar sua maior parte sobre rochas do cristalino, as quais influenciam na permeabilidade das águas na área.

Resultado semelhante (23,5 m/ha) foi encontrado por Cardoso *et al.* (2006) para a Dd da bacia hidrográfica do Rio Debossan (Nova Friburgo – RJ) com área de 9,91 km<sup>2</sup>. Para os referidos autores, a densidade de drenagem é um fator importante na indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia e seu valor fornece subsídio para o manejo da bacia hidrográfica.

A densidade de drenagem (Dd) constitui-se em um importante fator que determina o tempo de viagem da água em uma bacia hidrográfica (SCHUMM, 1956). Tem sido observado que valores baixos da densidade de drenagem ocorrem com mais frequência em regiões cujo subsolo se caracterizados por alta permeabilidade em boas condições de cobertura vegetal, enquanto a alta Dd é observada em regiões de materiais de sub-superfície fracos ou impermeáveis, vegetação espaçada e relevo forte ondulado.

#### 4.2.2 Uso e ocupação do solo da MHRP

Com base nos dados de imagens de satélite foi classificada a microbacia sob as classes seguintes de uso e ocupação da terra: vegetação primária; vegetação secundária, corpos hídricos, solo exposto, áreas urbanas.

A comparação entre os mapas de uso e ocupação do solo para os anos de 1986 e 2007 permitiu verificar que houve severa redução das áreas de vegetação primária (mata ciliar e cobertura vegetal densa) na microbacia. A área de 880 ha registrada em 1996 foi reduzida para 210 ha em 2007, ou seja, 23, 86% da área, o que representou uma perda da ordem de 76,14 % (Tabela 3).

**Tabela 3.** Uso e ocupação do solo da Microbacia Riacho das Piabas nos anos de 1986 e 2007.

Classes de Uso da Terra	1986		2007	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Vegetação primária	880	24,87	210	5,93
Vegetação secundária	1.058	29,89	989	27,92
Recursos hídricos	47	1,31	28	0,80
Ocupação urbana	930	26,27	2.065	58,31
Solo exposto	625	17,65	248	7,00

Fonte: Pesquisa aplicada (2011-2013).

Entende-se que se faz básico respeitar os limites da legislação ambiental que dispõe sobre as áreas de proteção permanente, uma vez que esse parâmetro favorece a manutenção da diversidade biológica e dos serviços ecossistêmicos que são fundamentais à sadia qualidades de vida. Ademais, o cuidado com as áreas de proteção permanente resguarda a reprodução a da natureza e a segurança social dos efeitos negativos do acesso e uso indevidos desses espaços.

Conforme Rocha (1991) as matas são fundamentais no controle de erosão e de enchentes, uma vez que, estando situadas em locais adequados, são fundamentais na recarga do lençol freático.

No âmbito da vegetação secundária o estudo observou que houve razoável manutenção dessa classe de uso sendo registrado para os anos de 1996 e 2007 áreas em ha de 1.050 e 989 respectivamente. Pode-se afirmar que tal manutenção se deu em função da substituição da vegetação primária por secundária. Neste contexto ajuíza que este fato tenha emanado, sobretudo do uso de caráter rural em trecho das cabeceiras (porção Norte da microbacia) e nos trechos médio e de jusante o efeito da substituição ocorrido, foi devido ao crescimento urbano (Sul).

Outro fato observou que as áreas com declividade superior a 8 % encontram-se vegetadas, o que de certa maneira assegura a redução de processos de erosão. Além do mais, as áreas com declividade maiores que 20% estão situadas a montante das áreas urbanas do município de Campina Grande, estando estas ocupadas com cobertura vegetal, reduzindo à ocorrência de eventos de erosão e assoreamento dos corpos hídricos a jusante.

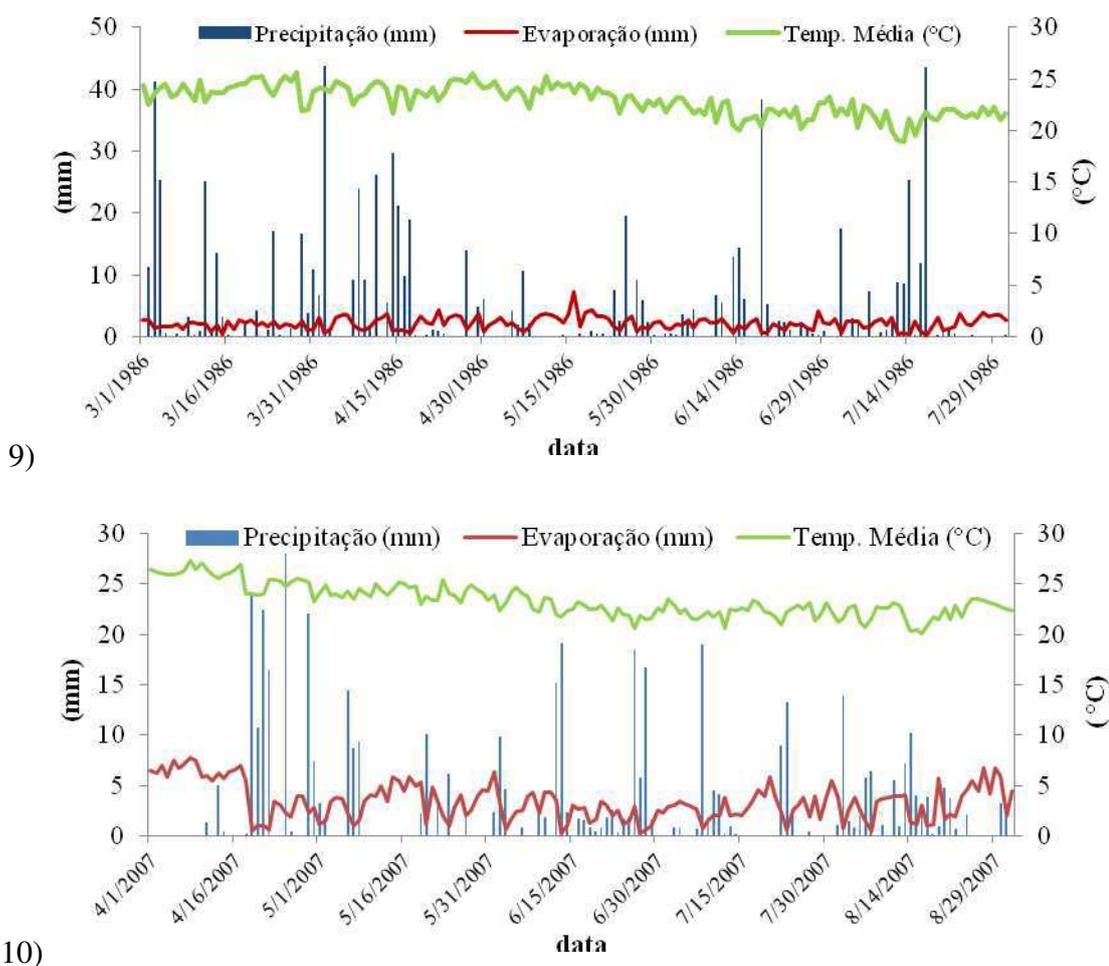
Com relação aos recursos hídricos da microbacia em 1996 tinha-se 47 ha e em 2007 este valor caiu para 27 ha, ou seja, ocorreu uma redução de 42,55% da rede hídrica.

Esta diminuição teve inegável influência do processo de urbanização que artificializou (canalizados) e aterrou canais e tributários para dar lugar a construção civil. Ainda observou que houve significativa redução nos grandes espelhos d'água, bem como corpos d'água menores, respeitando o poder de resolução do sensor imageador do satélite com dimensões

superiores a 28,5 x 28,5 m que oculta ou confunde pequenos corpos hídricos, devido à resolução da imagem.

Com relação ao regime climatológico diário das variáveis, precipitação, evaporação e temperatura média do ar, foram apuradas ocorrência de eventos de precipitação de grande expressão para Campina Grande no período de 1986 com registro de 43,5 mm (Figuras 9 e 10)

**Figura 9 e 10.** Regime climático diário da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas: (a) 18/07/1986 e (b) 29/08/2007.



Ajuíza que estes eventos atenuaram a evaporação sobre a crosta terrestre e aumentaram o vapor d'água atmosférico, o que refletiu na maior disponibilidade de água na superfície terrestre e consequente armazenamento em barramentos que tiveram seus espelhos d'água ampliados.

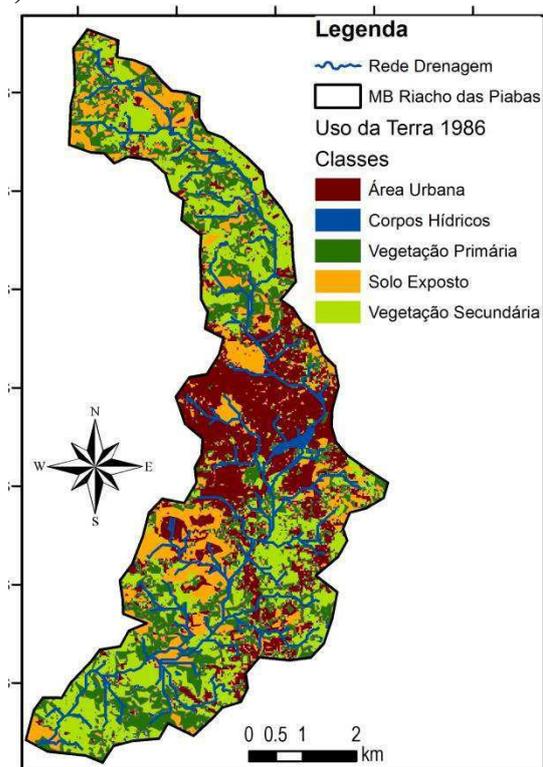
O regime climático para 2007 registrou elevadas taxas de evaporação em comparação com 1986. Pode-se inferir que tal fato teve significativo efeito sobre a avaliada redução do conteúdo de água na superfície terrestre e espelhos d'água da microbacia em estudo. Ademais é importante não eximir a influência das ações antrópicas no aumento da referida evaporação, uma vez que neste período houve profundas modificações da vegetação primária nos domínios da microbacia e em seus entornos imediatos.

Quanto a solo exposto se constatou que áreas antes expostas na porção Norte em 1986 apresentaram resiliência em 2007 e diminuíram 60,32 %. Tal processo está relacionado à descontinuidade do modo de vida rural na microbacia (seja em função do crescimento urbano seja pela limitação de políticas públicas de apoio ao ser humano do campo) que favoreceu o êxodo rural.

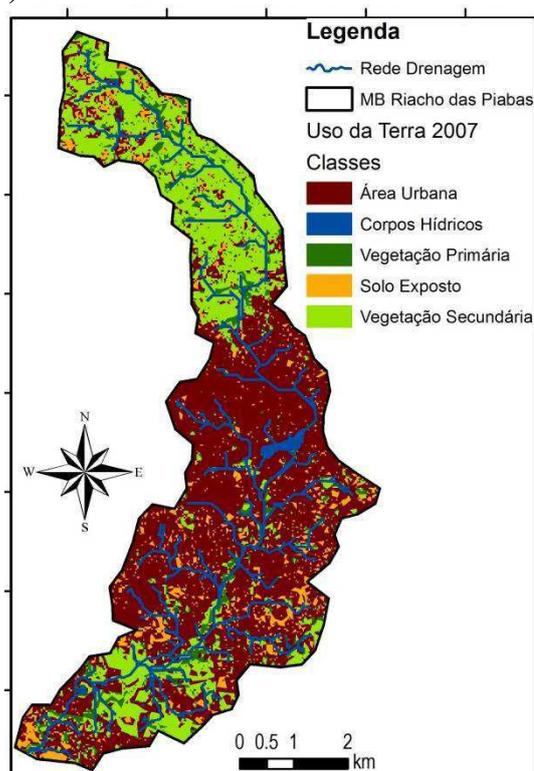
Já a porção Sul da microbacia no curso do seu “desenvolvimento” particular, cedeu espaços para a construção do complexo Distrito Industrial de Campina Grande. Foi constatado nesse trecho forte expansão da área urbana com registro na ordem de 122,08 % dentro do período dos 21 entre as duas imagens em comparação (Figuras 11 e 12)

Figuras 11 e 12. Mapas de uso e ocupação do solo para os anos de 1986 e 2007, simultaneamente.

### 11) Ano de 1986



### 12) Ano de 2007



Fonte: Pesquisa aplicada (2011 -2013).

Neste contexto, a partir de 1986, as áreas tidas como solos expostos e vegetação secundária, localizadas principalmente na parte central da microbacia passaram a ser utilizadas como áreas urbanas. Esta alteração de uso e ocupação do solo (antes exposto ou com vegetação secundária em solo urbano) se configurou como a mais representativa para o período compreendido entre 1986 e 2007.

As mudanças no mapa de uso e ocupação do solo realizada pelo levantamento de 2007 favorecem o desenvolvimento urbano e rural da microbacia de maneira integrada quando classifica os usos do solo de maneira articulada com o relevo.

A análise da ocupação e o mapeamento do uso da terra na bacia hidrográfica constataram que a área apresenta conflitos ambientais associados ao uso da terra sem critérios de conservação das margens dos cursos da água e das nascentes.

Observou-se que o uso de ferramentas e técnicas SIG proporcionou a geração de informações concisas no âmbito do levantamento e confecção do mapa de uso e ocupação do solo para a MBHRP.

### 4.3 Diagnóstico da qualidade das fontes e de suas águas em trechos de cabeceiras

#### 4.3.1. Diagnostico geral dos recursos hídricos

Verificou-se que o trabalhado de campo em consonância com a Articulação e com o resgate do conhecimento etnoecológico favoreceu localizar as principais fontes hídricas das cabeceiras do Riacho das Piabas, usadas e/ou ainda em uso para abastecimento humano.

Esses esforços partiram para responder as principais dúvidas da população Articulada: (“Campina Grande tem mesmo água doce”? “Ainda tem nascente com água boa?”).

Verificou-se que nos trechos de nascente ainda existem muitas fontes de água doce, que favorecem a riqueza biológica e as paisagens por elas sustentadas (Figura 13).

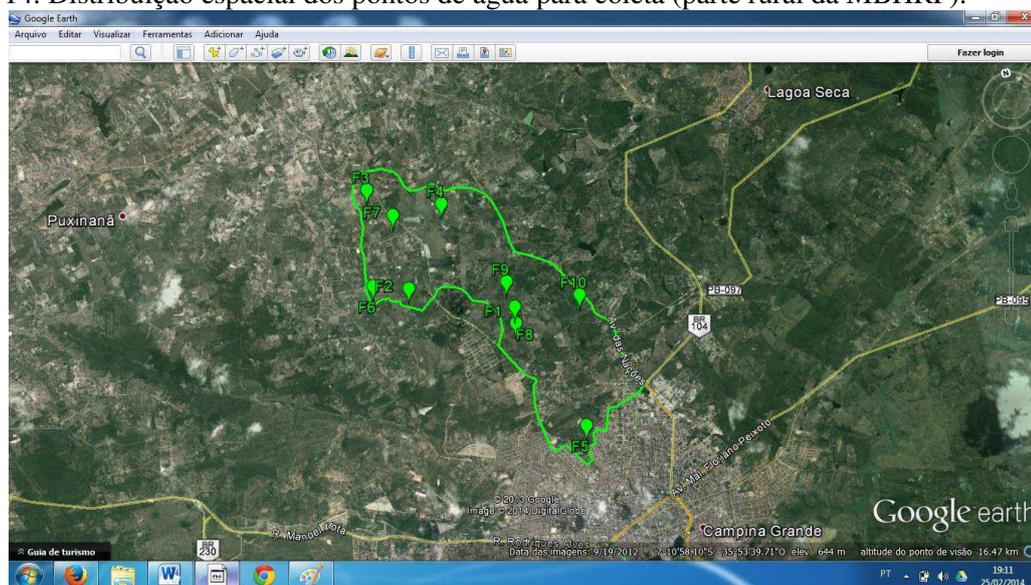
Figura 13. Mix de paisagens do trecho montante da Microbacia riacho das Piabas



Fonte: Pesquisa aplicada (2011-2013).

Com base na distribuição espacial da rede hídrica do Piabas pode-se afirmar que o georeferenciamento foi eficiente no registro das fontes escolhidas e na construção do mapa de ação para realizar as coletas de água (Figura 14).

Figura 14. Distribuição espacial dos pontos de água para coleta (parte rural da MBHRP).



Fonte: pesquisa aplicada (2011- 2013).

As coletas ocorreram em 10 locais planejados nos dias 04 e 05 de dezembro de 2013, sendo em cada um dia coletado águas em 5 pontos distintos (Tabela 4).

Tabela 4. Locais de coleta da água de fontes na porção montante da MBHRP/PB.

Fonte (F)	Nome do local	Coordenadas Geográficas	Elevação (m)
<b>1º DIA DE COLETA (04 de dezembro de 2013)</b>			
F1 - Olho d'água ADUFCG		7°11'3,34"S 35°53'47,72"O	643
F2 - Olho d'água Geraldo		7°10'41,18"S 35°54'45,21"O	684
F3 - Olho d'água Diocese		7° 9'41,08"S 35°54'57,69"O	681
F4 - Olho d'água Clarindo		7° 9'57,20"S 35°54'17,33"O	642
F5 - Olho d'água Louzeiro		7°12'18,42"S 35°53'20,77"O	546
<b>2º DIA DE COLETA (05 de dezembro de 2013)</b>			
F6 - Olho d'água Aprígio		7°10'35,89"S 35°55'5,02"O	698
F7 - Olho d'água Jenipapo		7° 9'58,25"S 35°54'45,88"O	660
F8 - Olho d'água Paraíso		7°11'12,66"S 35°53'48,92"O	632
F9 - Olho d'água Mototaxi		7°10'48,27"S 35°53'49,54"O	626
F10 - Olho d'água Ecológico		7°11'3,93"S 35°53'9,76"O	579

Fonte: Pesquisa aplicada (2011 – 2014).

Durante as coletas contou-se com a presença de membros da Articulação oportunizando parcerias e trocas de informações e de pontos de vista variados (Figura 15).

Figura 15. Aspecto de coletas em olhos d'água das nascentes Riacho das Piabas/PB.



Fonte: pesquisa aplicada (2011 – 2013).

#### 4.3.2 Questionamento principal e prática

Durante as visitas às propriedades portadoras de olhos d'água (que outrora ou atualmente ainda atende ao abastecimento humano) foi gerado o diagnóstico específico de recursos hídricos da microbacia a partir dos dados do questionário estruturado.

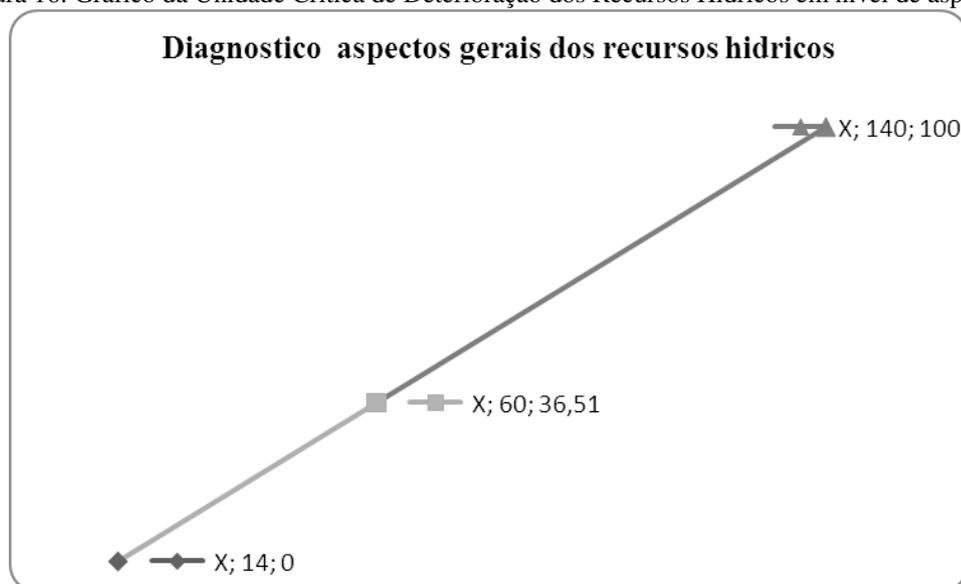
Baseado na metodologia de Rocha e Kurtz (2001) que atribui situações de expectativa positiva como valor 1 e de situação de extremo problema o valor 10, foi lançado em planilha os valores dos questionários relativo a cada propriedade (dez propriedades), o valor modal foi a resposta com maior frequência do que foi observado (Tabela 5)

Tabela 5. Diagnóstico de recursos hídricos da MBHRP 2013/2014

<b>DIAGNÓSTICO DE RECURSOS HÍDRICOS DA MICROBACIA RIACHO DAS PIABAS 2013/2014</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MODA</b>
<u>Código 1.1 -- Origem das fontes de abastecimento da propriedade</u>	1	10	5
Código 1.2. Armazenamento da água na propriedade	1	10	8
Código 1.3 – Suficiência anual da água para o cotidiano da propriedade rural	1	10	5
Código 2;1 - Aspecto legal do “olho d’ água” com base no Novo Código Florestal, Lei nº 12.651/2012	1	10	5
Código 2;2 - Tipo de vegetação do entorno do “olho d’ água”	1	10	3
Código 2.3- Relevância paisagística do sistema lântico	1	10	1
Código 2;4 - Presença de processos erosivos em um raio aproximado de 50m do “olho d’ água”	1	10	3
Código 2;5 - Aspectos sanitários da montante da fonte observando a distância aproximada de 50m	1	10	3
Código 2;6 - Aspectos higiênico-sanitários do “olho d’ água” quanto à presença de produtos químicos ou sólidos em suspensão	1	10	3
Código 2.7- Exame físico do “olho d’ água” por meio das propriedades organolépticas cor e odor	1	10	5
Código 2;8 - Ocorrência de processos eutrofizantes no “olho d’ água”	1	10	3
Código 2.9- Ajuizamento tecnológico para ocorrência de obras modificadoras da dinâmica natural da fonte	1	10	5
Código 2.10- Ajuizamento tecnológico sobre a ocorrência de obras modificadoras com base no risco de rompimento	1	10	10
Código 2.11 -- Bombeamento d’ água com base na magnitude do impacto ao “olho d’ água”	1	10	1
<b>Soma dos parâmetros</b>	<b>14</b>	<b>140</b>	<b>60</b>

Dentre as situações mais favoráveis de expectativa nas propriedades, foram relevância paisagística do sistema lântico e os bombeamento d’ água com base na magnitude do impacto ao “olho d’ água”, e tendo situação crítica de observação o armazenamento da água na propriedade e ajuizamento tecnológico sobre a ocorrência de obras modificadoras com base no risco de rompimento, desta forma o valor que indicaria situação melhor a ser esperado, somaria 14, e pior 140, o valor no local resultou em  $X=60$ , levando portanto a uma deterioração nos aspectos gerais dos recursos hídricos em 36,51% (Figura 16)

Figura 16. Gráfico da Unidade Crítica de Deterioração dos Recursos Hídricos em nível de aspectos gerais



Fonte: pesquisa Aplicada (2011 - 2013).

#### 4.3.3. Diagnostico microbiológico e físico-químico da microbacia

As coletas ocorreram com sucesso em todos os pontos previstos, conforme mapa disponível (<https://mapsengine.google.com/map/edit?mid=zfLqtnqJDgLo.kdSXo84lzaTo>), Figuras 14, 15 e 16.

Os valores obtidos em laboratório de análise de água conforme valores máximos permissíveis para consumo humano, segundo a portaria 2914/11 do MS, teve como resultado após adaptação de aplicação da metodologia de Rocha (sasd), valores modais positivos nas fontes, quanto a dureza total, sódio, alumínio, alcalinidade total, cloreto, nitrato, nitrito, e sólidos totais dissolvidos, e pH, porém, com grande frequência de valores não desejados em coliformes totais, *Escherichia coli*, cor e ferro total.

Observou que se faz necessário ter devido tratamento da água em potabilidade para evitar doenças relacionadas à veiculação hídrica (Tabela 6).

Tabela 6. Descrição dos variáveis microbiológicas, físicas e químicas das águas e seus respectivos valores de moda obtidos para a MBHRP.

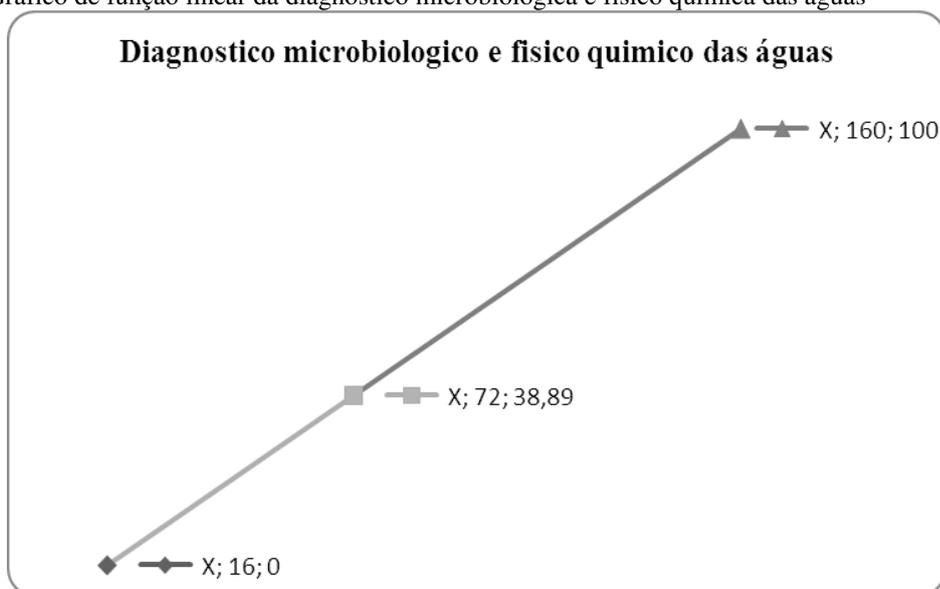
VALORES OBTIDOS EM 10 FONTES ANALISADAS	VR.MIN	VR.MAX	MODA
Coliformes Totais mmp/100mL	1	10	10
<i>Escherichia coli</i> mmp/100mL	1	10	10
Potencial Hidrogeniônico, pH	1	10	1
Turbidez (uT)	1	10	10
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)	1	10	10
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> ), mg/L	1	10	1
Sódio (Na <sup>+</sup> ), mg/L	1	10	1
Alumínio (Al <sup>3+</sup> ), mg/L	1	10	1
Ferro Total, mg/L	1	10	10
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO <sub>3</sub> )	1	10	1
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	1	10	1
Cloreto (Cl <sup>-</sup> ), mg/L	1	10	1
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	1	10	1
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	1	10	1
Amônia (NH <sub>3</sub> ), mg/L	1	10	3
STD (Sólidos Totais Dissolvidos a 180°C), mg/L	1	10	1
<b>Soma dos parâmetros</b>	<b>16</b>	<b>160</b>	<b>63</b>

Fonte: Pesquisa Aplicada (2011-2013).

Consoante os dados de recursos hídricos das análises microbiológicas (Apêndice) pode-se inferir que em todos os olhos d'água há presença de coliformes e *E. coli*, o que demanda por tratamento antes do consumo.

A Equação da Reta se fez na equação  $Y\% = 0,694X - 11,11$  com valor de soma de moda encontrado de  $X=63$ , que resultou na deterioração microbiológica e físico-química da água em 32,64% (Figura 17).

Figura 17. Gráfico de função linear da diagnostico microbiológica e físico química das águas



Fonte: pesquisa Aplicada (2011 – 2013).

Verificou que as variações dos valores obtidos, entre as fontes, quanto aos parâmetros físico-químicos são na quase totalidade maior que 50%, com exceção da ausência de fósforo e alumínio que não estão presentes na água da microbacia (Tabela 7).

Tabela 7. Valores da estatística descritiva, das fontes de água analisadas e seus valores físico-químicos quanto a média, mínimo, máximo, mediano e coeficiente de variação (%)

Valores das análises de 10 corpos de água, valores microbiológicos e físico químico da água (Estatística descritiva)	Media	Mínimo	Máximo	Mediana	Coef. Variação (%)
Condutividade Elétrica, $\mu\text{mho/cm}$ a 25°C:	464,27	244,30	986,00	382,25	52,05
Potencial Hidrogeniônico, pH		6,10	7,80		
Turbidez (uT)	38,45	1,30	184,00	12,35	150,62
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)	113,00	5,00	250,00	75,00	79,73
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> ), mg/L	94,25	21,00	220,00	65,00	74,39
Sódio (Na <sup>+</sup> ), mg/L	77,53	45,70	166,10	59,25	53,51
Potássio (K <sup>+</sup> ) mg/L	6,30	0,70	23,20	3,75	109,51
Alumínio (Al <sup>3+</sup> ), mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ferro Total, mg/L	0,63	0,01	1,80	0,36	106,70
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO <sub>3</sub> )	91,48	41,60	234,00	67,60	67,49
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	19,99	7,20	39,10	15,80	58,90
Fósforo Total, mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloreto (Cl <sup>-</sup> ), mg/L	119,79	46,20	302,50	89,45	73,72
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	2,40	0,09	6,02	2,13	94,31
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	0,34	0,01	2,02	0,03	190,63
Amônia (NH <sub>3</sub> ), mg/L	1,28	0,56	2,45	1,04	56,29
Sílica, mg/L (SiO <sub>2</sub> )	26,43	2,70	68,90	19,75	87,52
STD (Sólidos Totais Dissolvidos a 180°C), mg/L	394,49	251,40	895,00	309,45	56,38

Fonte: Pesquisa aplicada 2011 -2013.

Já o pH por ser um valor de base exponencial, apresentamos os valores mínimo e máximo das amostras coletadas.

Todas as variáveis com os valores obtidos em estatística descritiva foram postadas na integra nas seguintes tabelas 8 e 9.

Tabela 8. Análise microbiológica da água de 10 fontes de montante da MBHRP (origem Tabela 4) observando presença ou ausência de Coliformes Totais e *Escherichia Coli*.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA											
PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	VMP (**)	RESULTADO - Presença (P) ou Ausência (A)									
		Fonte 1	Fonte 2	Fonte 3	Fonte 4	Fonte 5	Fonte 6	Fonte 7	Fonte 8	Fonte 9	Fonte 10
Coliformes Totais	Ausência (A) em 100 mL	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
<i>Escherichia Coli</i>	Ausência (A) em 100 mL	P	P	P	P	P	P	P	A	P	P

Fonte: Pesquisa Aplicada (2011 - 2013).

Tabela 9. Análise físico-química da água de 10 fontes de montante da MBHRP (registradas origens na Tabela 4) observando 24 parâmetros.

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA											
PARÂMETROS	VMP (**)	RESULTADO									
		Fonte 1	Fonte 2	Fonte 3	Fonte 4	Fonte 5	Fonte 6	Fonte 7	Fonte 8	Fonte 9	Fonte 10
Condutividade elétrica, µmho/cm a 25 °C	---	244,3	481,8	340,4	261,1	986,0	305,1	786,5	424,1	479,4	334,0
Potencial Hidrogeniônico, pH	6,0 a 9,5	6,1	7,2	7,6	6,5	6,1	6,8	7,3	7,3	7,8	6,5
Turbidez (uT)	5,0	2,2	12,6	92,6	184,0	12,1	31,4	1,3	7,5	33,7	7,1
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)	15,0	5,0	60,0	>250	>250	80,0	180,0	70,0	40,0	160,0	35,0
Dureza em Cálcio (Ca <sup>++</sup> ), mg/L	---	2,4	7,0	25,6	7,0	54,4	6,4	28,6	15,4	35,6	5,2
Dureza em Magnésio (Mg <sup>++</sup> ), mg/L	---	3,6	9,0	4,0	11,3	20,2	8,4	34,7	6,5	7,8	8,3
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> ), mg/L	500,0	21,0	55,0	80,5	64,5	220,0	51,0	216,0	65,5	121,5	47,5
Sódio (Na <sup>+</sup> ), mg/L	200,0	53,7	86,8	45,7	48,7	166,1	58,5	138,5	63,6	53,7	60,0
Potássio (K <sup>+</sup> ), mg/L	---	0,7	4,0	4,3	2,2	23,2	6,1	13,5	3,2	3,5	2,3
Alumínio (Al <sup>3+</sup> ), mg/L	0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
Ferro Total, mg/L	0,3	0,01	0,14	0,36	1,80	0,35	1,10	0,14	0,22	1,73	0,42
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO <sub>3</sub> )	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alcalinidade em Carbonatos mg/L (CaCO <sub>3</sub> )	---	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	22,4	0,0	0,0	0,0
Alcalinidade em Bicarbonatos mg/L (CaCO <sub>3</sub> )	---	58,0	63,2	75,2	41,6	234,0	47,2	144,8	72,0	94,8	53,6
Alcalinidade Total mg/L (CaCO <sub>3</sub> )	---	58,0	63,2	83,2	41,6	234,0	47,2	167,2	72,0	94,8	53,6
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	250,0	13,8	11,5	31,1	39,1	7,9	20,4	37,3	17,2	14,4	7,2
Fósforo Total, mg/L	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cloreto (Cl <sup>-</sup> ), mg/L	250,0	46,2	117,9	48,3	66,7	302,5	78,1	259,2	100,1	94,4	84,5
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	10,0	5,18	4,61	1,77	0,44	0,09	6,02	0,09	0,18	3,14	2,48
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	1,0	0,01	0,66	0,03	0,03	0,01	2,02	0,02	0,01	0,55	0,02
Amônia (NH <sub>3</sub> ), mg/L	1,5	1,22	1,96	1,09	2,45	2,37	0,86	0,66	0,56	0,99	0,62
Sílica, mg/L (SiO <sub>2</sub> )	---	65,5	2,7	16,6	22,4	32,5	6,0	10,2	18,6	20,9	68,9
ISL (Índice de Saturação de Langelier)	≤ 0	-3,29	-1,64	-0,55	-2,59	-1,34	-2,27	-0,62	-1,15	-0,18	-2,56
STD (Sólidos Totais Dissolvidos a 180°C), mg/L	1,000,0	263,0	323,3	275,2	252,9	895,0	251,4	712,9	313,4	352,3	305,5

Fonte: Pesquisa Aplicada (2011 - 2013).

#### 4.4 Composição avifaunística

Dentre os registros visuais e sonoros foram catalogadas 106 espécies de aves (Figura 18) pertencentes a 41 famílias (Tabela 1), com maior representatividade para a família Tyrannidae, Thraupidae e Ardeidae.

Figura 18. Aves da MBHRP.



Fonte: pesquisa aplicada (2011 - 2013).

As espécies com maior frequência de ocorrência foram: *Turdus leucomelas* (65,09%), *Pitangus sulphuratus* (61,32%), *Cyclarhis gujanensis* (53,77%) e *Tangara cayana* (46,23%). Das 106 espécies registradas, 37 não foram registradas com a técnica de Mackinnon. Quanto à abundância, apenas duas espécies tiveram IFL superior a 50%, *Turdus leucomelas* (55,65%) e *Pitangus sulphuratus* (52,42%).

De acordo com a IUCN (2010), das espécies registradas no estudo, a *Picumnus fulvescens* está enquadrada na lista de aves globalmente ameaçadas de extinção e classificada como QA (quase ameaçada).

Em relação à sensibilidade a distúrbios do habitat, 81 espécies de aves (77,8%) apresentaram baixa sensibilidade, 20 espécies (19,2%) possuem média sensibilidade e três espécies (3%) apresentam alta sensibilidade. Já referente ao uso do habitat, 57 espécies, (54,81%) são independentes de áreas florestadas, 39 espécies (37,50%), são semidependentes e oito espécies (7,69%) são classificadas como dependentes de áreas florestadas. Dos táxons registrados, duas espécies (*Estrilda astrild* e *Passer domesticus*) foram excluídas das análises por serem espécies introduzidas pelo homem.

A guilda alimentar predominante foi à insetívora (55,66%), seguida de frugívora (18,86%) e granívora (16,03%). Para o cálculo da percentagem também foi considerado a segunda ou terceira guilda alimentar das espécies com mais de um tipo de forrageio.

Tabela 10. Lista da composição avifaunística localizada na Microbacia Riacho das Piabas, com os nomes das espécies e suas respectivas famílias, nome vulgar, frequência de observação (FO) e índice de frequência nas listas (IFL) pelo Método de Mackinnon, estado de conservação da espécie, sensibilidade a distúrbios do habitat, uso do habitat e hábito alimentar.

Família/Espécie	Nome Vulgar	FO Mackinnon	IFL Mackinnon	Estado de conservação da espécie	Sensibilidade a distúrbios do habitat	Uso do habitat	Hábito alimentar
<b>TINAMIDAE</b>							
<i>Crypturellus tataupa</i> (Temminck, 1815)	inhambu-chintã	24,53	20,97	PP	B	IN	Onívoro
<b>ANATIDAE</b>							
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	Irerê	1,89		PP	B	IN	Onívoro
<b>ARDEIDAE</b>							
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	socó-boi	1,89		PP	M	IN	Onívoro
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	socozinho	2,83		PP	B	IN	Onívoro
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	garça-vaqueira	8,49		PP	B	IN	Onívoro
<i>Ardea alba</i> (Linnaeus, 1758)	garça-branca-grande	-		PP	B	IN	Onívoro
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	garça-branca-pequena	-		PP	B	IN	Onívoro
<b>CATHARTIDAE</b>							
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	urubu-de-cabeça-vermelha	1,89	1,61	PP	B	IN	Necrófago
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu-de-cabeça-preta	4,72	3,23	PP	B	IN	Necrófago
<b>ACCIPITRIDAE</b>							
<i>Elanus leucurus</i> (Vieillot, 1818)	gavião-peneira	0,94	0,81	PP	B	IN	Carnívoro
<i>Geranospiza caerulescens</i> (Vieillot, 1817)	gavião-pernilongo	0,94	0,81	PP	M	SD	Carnívoro

Continuação da tabela 10.

Família/Espécie	Nome Vulgar	FO Mackinnon	IFL Mackinnon	Estado de conservação da espécie	Sensibilidade a distúrbios do habitat	Uso do habitat	Hábito alimentar
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	11,32	9,68	PP	B	IN	Carnívoro
<b>RALLIDAE</b>							
<i>Aramides cajanea</i> (Statius Muller, 1776)	saracura-três-potes	5,66	4,84	PP	A	SD	Onívoro
<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	frango-d'água-comum	0,94	0,81	PP	B	IN	Onívoro
<i>Porphyrio martinicus</i> (Linnaeus, 1766)	frango-d'água-azul	-		PP	B	IN	Onívoro
<b>CHARADRIIDAE</b>							
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero	16,98	14,52	PP	B	IN	Onívoro
<b>SCOLOPACIDAE</b>							
<i>Tringa solitaria</i> Wilson, 1813	maçarico-solitário	-		PP	B	IN	Insetívoro e Granívoro
<b>JACANIDAE</b>							
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	jaçanã	7,55	6,45	PP	B	IN	Insetívoro e Granívoro
<b>COLUMBIDAE</b>							
<i>Columbina minuta</i> (Linnaeus, 1766)	rolinha-de-asa-canela	4,72	3,23	PP	B	IN	Granívoro
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	rolinha-roxa	22,64	19,35	PP	B	IN	Granívoro
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	rolinha-picui	2,83	2,42	PP	B	IN	Granívoro
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	juriti-pupu	20,75	17,74	PP	B	SD	Granívoro e Frugívoro
<b>CUCULIDAE</b>							
<i>Coccyzus melacoryphus</i> Vieillot, 1817	papa-lagarta-acanelado	1,89	1,61	PP	B	SD	Carnívoro e Insetívoro
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto	7,55	6,45	PP	B	IN	Carnívoro e Insetívoro

Continuação da tabela 10.

Família/Espécie	Nome Vulgar	FO Mackinnon	IFL Mackinnon	Estado de conservação da espécie	Sensibilidade a distúrbios do habitat	Uso do habitat	Hábito alimentar
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	-		PP	B	IN	Carnívoro e Insetívoro
<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	saci	0,94	0,81	PP	B	IN	Carnívoro e Insetívoro
<b>TYTONIDAE</b>							
<i>Tyto furcata</i> (Temminck, 1827)	coruja-da-igreja	-		PP	B	IN	Carnívoro
<b>STRIGIDAE</b>							
<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	corujinha-do-mato	2,83	2,42	PP	B	SD	Carnívoro
<i>Glaucidium brasilianum</i> (Gmelin, 1788)	caburé	-		PP	B	SD	Carnívoro
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	coruja-buraqueira	0,94	0,81	PP	M	IN	Carnívoro e Insetívoro
<b>CAPRIMULGIDAE</b>							
<i>Hydropsalis albicollis</i> (Gmelin, 1789)	bacurau	6,60	5,65	PP	B	IN	Insetívoro
<b>APODIDAE</b>							
<i>Chaetura meridionalis</i> Hellmayr, 1907	andorinhão-do-temporal	-		PP	B	SD	Insetívoro
<i>Tachornis squamata</i> (Cassin, 1853)	andorinhão-do-buriti	-		PP	B	IN	Insetívoro
<b>TROCHILIDAE</b>							
<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura	8,49	7,26	PP	B	IN	Nectívoro
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	besourinho-de-bico-vermelho	10,38	8,87	PP	B	SD	Nectívoro
<i>Amazilia fimbriata</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-garganta-verde	10,38	8,87	PP	B	SD	Nectívoro
<i>Heliomaster squamosus</i> (Temminck, 1823))	bico-reto-de-banda-branca			PP	M	DP	Nectívoro

Continuação da tabela 10.

Família/Espécie	Nome Vulgar	FO Mackinnon	IFL Mackinnon	Estado de conservação da espécie	Sensibilidade a distúrbios do habitat	Uso do habitat	Hábito alimentar
<b>ALCEDINIDAE</b>							
<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	martim-pescador-grande	1,89	1,61	PP	B	IN	Piscívoros
<b>BUCCONIDAE</b>							
<i>Nystalus maculatus</i> (Gmelin, 1788)	rapazinho-dos-velhos	5,66	4,84	PP	M	SD	Carnívoro e Insetívoro
<b>PICIDAE</b>							
<i>Picumnus fulvescens</i> (Stager, 1961)	pica-pau-anão-canela	4,72		QA	A	SD	Insetívoro
<i>Veniliornis passerinus</i> (Linnaeus, 1766)	picapauzinho-anão	7,55	6,45	PP	B	SD	Insetívoro
<b>FALCONIDAE</b>							
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	caracará	6,60	5,65	PP	B	IN	Carnívoro
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	carrapateiro	1,89	1,61	PP	B	IN	Carnívoro
<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus, 1758)	acauã	0,94	0,81	PP	B	SD	Carnívoro
<b>PSITTACIDAE</b>							
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	tuim	4,72		PP	B	IN	Frugívoro
<b>THAMNOPHILIDAE</b>							
<i>Formicivora grisea</i> (Boddaert, 1783)	papa-formiga-pardo	4,72	3,23	PP	B	SD	Insetívoro
<i>Thamnophilus capistratus</i> Lesson, 1840	choca-barrada-do-nordeste	24,53	20,97	PP	B	SD	Insetívoro
<i>Thamnophilus torquatus</i> Swainson, 1825	choca-de-asa-vermelha			PP	M	IN	Insetívoro
<i>Taraba major</i> (Vieillot, 1816)	choró-boi	18,87	16,13	PP	B	SD	Insetívoro

Continuação da tabela 10.

Família/Espécie	Nome Vulgar	FO Mackinnon	IFL Mackinnon	Estado de conservação da espécie	Sensibilidade a distúrbios do habitat	Uso do habitat	Hábito alimentar
<b>DENDROCOLAPTIDAE</b>							
<i>Xiphorhynchus fuscus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-rajado	1,89	1,61	PP	A	DP	Insetívoro
<b>FURNARIIDAE</b>							
<i>Furnarius figulus</i> (Lichtenstein, 1823)	casaca-de-couro-da-lama	2,83	2,42	PP	B	IN	Insetívoro
<i>Phacellodomus rufifrons</i> (Wied, 1821)	joão-de-pau	25,47	21,77	PP	M	SD	Insetívoro
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	curutié	12,26	10,48	PP	M	IN	Insetívoro
<i>Synallaxis frontalis</i> Pelzeln, 1859	petrim	1,89	1,61	PP	B	DP	Insetívoro
<i>Synallaxis scutata</i> Sclater, 1859	estrelinha-preta	0,94	0,81	PP	M	SD	Insetívoro
<b>TITYRIDAE</b>							
<i>Pachyramphus viridis</i> (Vieillot, 1816)	caneleiro-verde	0,94	0,81	PP	M	SD	Insetívoro
<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	caneleiro-preto	2,83	2,42	PP	B	SD	Frugívoro e Insetívoro
<b>RYNCHOCYCLIDAE</b>							
<i>Tolmomyias flaviventris</i> (Wied, 1831)	bico-chato-amarelo	38,68	33,06	PP	B	SD	Insetívoro
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio	43,40	37,10	PP	B	SD	Insetívoro
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	sebinho-de-olho-de-ouro	2,83	2,42	PP	M	SD	Insetívoro
<b>TYRANNIDAE</b>							
<i>Euscarthmus meloryphus</i> Wied, 1831	barulhento	25,47	21,77	PP	B	SD	Insetívoro

Continuação da tabela 10.

<b>Família/Espécie</b>	<b>Nome Vulgar</b>	<b>FO Mackinnon</b>	<b>IFL Mackinnon</b>	<b>Estado de conservação da espécie</b>	<b>Sensibilidade a distúrbios do habitat</b>	<b>Uso do habitat</b>	<b>Hábito alimentar</b>
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	risadinha	33,02	28,23	PP	B	IN	Insetívoro
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela	43,40	37,10	PP	B	SD	Insetívoro e Frugívoro
<i>Elaenia spectabilis</i> Pelzeln, 1868	guaracava-grande	-		PP	B	DP	Insetívoro e Frugívoro
<i>Elaenia chilensis</i> Hellmayr, 1927	guaracava-de-crista-branca	16,98	14,52	PP	B	IN	Insetívoro e Frugívoro
<i>Phaeomyias murina</i> (Spix, 1825)	bagageiro	2,83	2,42	PP	B	IN	Insetívoro e Frugívoro
<i>Phyllomyias fasciatus</i> (Thunberg, 1822)	piolhinho	21,70	18,55	PP	M	SD	Insetívoro
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	61,32	52,42	PP	B	IN	Onívoro
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro	-	-	PP	B	IN	Insetívoro
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	neinei	8,49	7,26	PP	B	SD	Onívoro
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	bentevizinho-de-penachovermelho	39,62	33,87	PP	B	SD	Insetívoro e Frugívoro
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	suiriri	32,08	27,42	PP	B	IN	Insetívoro e Frugívoro
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	lavadeira-mascarada	13,21	11,29	PP	B	IN	Insetívoro
<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus, 1764)	freirinha	4,72	3,23	PP	M	IN	Insetívoro
<b>VIREONIDAE</b>							
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	pitiguari	53,77	45,97	PP	B	SD	Onívoro
<i>Vireo chivi</i> (Vieillot, 1817)	juruviara	9,43	8,06	PP	B	SD	Insetívoro e Frugívoro

Continuação da tabela 10.

Família/Espécie	Nome Vulgar	FO Mackinnon	IFL Mackinnon	Estado de conservação da espécie	Sensibilidade a distúrbios do habitat	Uso do habitat	Hábito alimentar
<i>Hylophilus amaurocephalus</i> (Nordmann, 1835)	vite-vite-de-olho-cinza	23,58	20,16	PP	M	DP	Insetívoro
<b>HIRUNDINIDAE</b>							
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	andorinha-doméstica-grande	1,89	1,61	PP	B	IN	Insetívoro
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	andorinha-do-rio	0,94	0,81	PP	B	IN	Insetívoro
<b>TROGLODYTIDAE</b>							
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	corruíra	43,40	37,10	PP	B	IN	Insetívoro
<i>Cantorchilus longirostris</i> (Vieillot, 1819)	garrinchão-de-bico-grande	20,75	17,74	PP	B	DP	Insetívoro
<b>POLIOPTILIDAE</b>							
<i>Polioptila plumbea</i> (Gmelin, 1788)	balança-rabo-de-chapéu-preto	16,98	14,52	PP	M	SD	Insetívoro
<b>TURDIDAE</b>							
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	18,87	16,13	PP	B	IN	Insetívoro e Frugívoro
<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	sabiá-barranco	65,09	55,65	PP	B	SD	Insetívoro e Frugívoro
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	sabiá-poca	0,94	0,81	PP	B	SD	Insetívoro e Frugívoro
<b>MIMIDAE</b>							
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo	4,72	3,23	PP	B	IN	Onívoro
<b>MOTACILLIDAE</b>							
<i>Anthus lutescens</i> Pucheran, 1855	caminheiro-zumbidor	6,60	5,65	PP	B	IN	Insetívoro

Continuação da tabela 10.

Família/Espécie	Nome Vulgar	FO Mackinnon	IFL Mackinnon	Estado de conservação da espécie	Sensibilidade a distúrbios do habitat	Uso do habitat	Hábito alimentar
<b>PASSERELLIDAE</b>							
<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	tico-tico-do-campo	4,72	4,03	PP	B	IN	Granívoro
<i>Arremon taciturnus</i> (Hermann, 1783)	tico-tico-de-bico-preto	4,72	4,03	PP	M	DP	Insetívoro
<b>ICTERIDAE</b>							
<i>Icterus pyrrhopterus</i> (Vieillot, 1819)	encontro	0,94	0,81	PP	M	SD	Insetívoro, Frugívoro e Nectívoro
<i>Chrysomus ruficapillus</i> (Vieillot, 1819)	garibaldi	1,89	1,61	PP	B	IN	Granívoro, Insetívoro e Frugívoro
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	vira-bosta	1,89	1,61	PP	B	IN	Insetívoro e Granívoro
<i>Sturnella superciliaris</i> (Bonaparte, 1850)	polícia-inglesa-do-sul	0,94	0,81	PP	B	IN	Insetívoro e Granívoro
<b>THRAUPIDAE</b>							
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	cambacica	10,38	8,87	PP	B	SD	Nectívoro e Frugívoro
<i>Thlypopsis sordida</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	saí-canário	16,98	14,52	PP	B	SD	Frugívoro e Insetívoro
<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	sanhaçu-cinzento	33,02	28,23	PP	B	SD	Frugívoro
<i>Tangara palmarum</i> (Wied, 1823)	sanhaçu-do-coqueiro	2,83	2,42	PP	B	SD	Insetívoro e Frugívoro
<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-amarela	46,23	39,52	PP	M	IN	Frugívoro
<i>Paroaria dominicana</i> (Linnaeus, 1758)	cardeal-do-nordeste	10,38	8,87	PP	B	IN	Granívoro

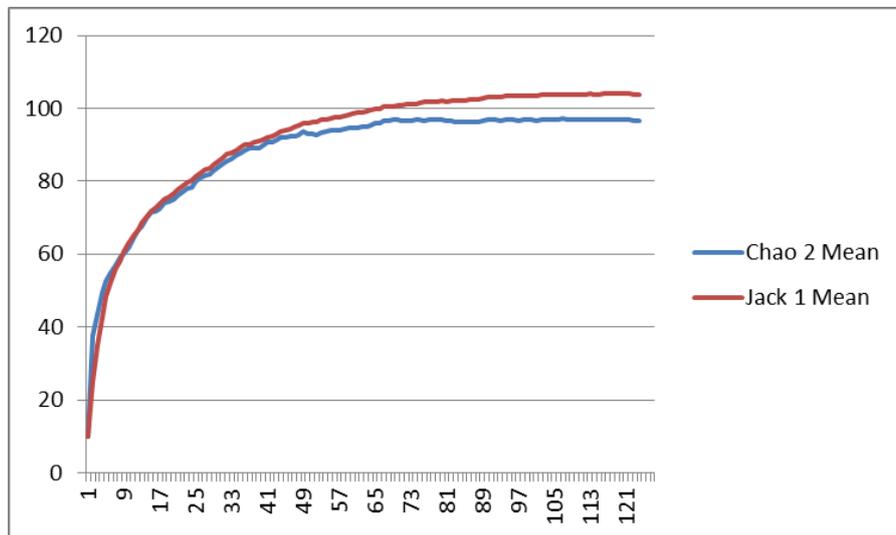
Continuação da tabela 10.

Família/Espécie	Nome Vulgar	FO Mackinnon	IFL Mackinnon	Estado de conservação da espécie	Sensibilidade a distúrbios do habitat	Uso do habitat	Hábito alimentar
<i>Sicalis luteola</i> (Sparman, 1789)	tipio	-		PP	B	IN	Granívoro
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	tiziu	6,60	5,65	PP	B	IN	Granívoro
<i>Sporophila albogularis</i> (Spix, 1825)	golinho	4,72	4,03	PP	M	IN	Granívoro
<b>CARDINALIDAE</b>							
<i>Cyanoloxia brissonii</i> (Lichtenstein, 1823)	azulão	0,94		PP	M	DP	Granívoro
<b>FRINGILLIDAE</b>							
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	fim-fim	32,08	27,42	PP	B	SD	Frugívoro
<b>ESTRILDIDAE</b>							
<i>Estrilda astrild</i> (Linnaeus, 1758)	bico-de-lacre	13,21	11,29	-	-	-	Granívoro
<b>PASSERIDAE</b>							
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	pardal	1,89	1,61	-	-	-	Granívoro

Estado de conservação da espécie: PP= pouco preocupante; QA = quase ameaçada; V = vulnerável; P = em perigo e PC = em perigo crítico. Sensibilidade a distúrbios: B= baixa; M= média e A= alta

A curva de rarefação, obtida com os dados das listas de Mackinnon, atingiu a assíntota, demonstrando que há uma estabilização no número de espécies registradas na amostragem de campo (Figura 19).

Figura 19. Curva de rarefação da riqueza de espécies estimadas por CHAO2 e Jack1, com base no método de Mackinnon, registrado na Microbacia Riacho das Piabas/PB em 2013.



Fonte: pesquisa aplicada 20122 - 2013

## Discussão

A riqueza de aves registrada na Microbacia do Riacho das Piabas (106 espécies) se comparada ao estudo de Pacheco (2004), equivale a 30,46% do total de 348 espécies registradas em áreas de vegetação de caatinga *stricto sensu*, a 20,78% do total das 510 espécies de aves registradas no domínio da caatinga por Silva *et al.* (2003) e a 5,58% das 1901 aves registradas no Brasil segundo a CRBO (2014).

Das espécies registradas, *Picumnus fulvescens*, *Sporophila albogularis* e *Paroaria dominicana* podem ser consideradas como endêmicas da caatinga (Olmos *et al.* 2005).

A prevalência de espécies da família Tyrannidae no estudo também é reportado em outras localidades estudadas na *caatinga* (Santos 2004, Roos *et al.* 2006). Tanto na *caatinga* quanto em outros ambientes, a família Tyrannidae tem sido referida como a mais representativa em espécies (Nascimento 2000, Santos 2004, Moura *et al.* 2005, Olmos *et al.* 2005, Farias 2007).

Levando em consideração os trabalhos de Telino-Júnior *et al.*, (2005), Farias (2007) e Silveira & Machado (2012), que registraram 145, 141 e 162 espécies respectivamente, a riqueza obtida no presente estudo apresentou ser relativamente inferior, contudo, a falta de amostragem das aves através de capturas em redes de neblina e de um maior tempo de pesquisa provavelmente subestimou a riqueza avifaunística da área estudada.

Grande parte das aves registradas apresentou baixa e média sensibilidade a distúrbios humanos, indo de acordo com Silva *et al.*, (2003) e Silveira (2012) que afirmam que a maioria das aves da vegetação de caatinga apresenta baixa e média sensibilidade a distúrbios humanos. Além disso, a maioria das espécies associadas à vegetação arbustiva seca (presentes em duas das quatro áreas estudadas) são relativamente tolerantes a perturbações ambientais (Stotz *et al.* 1996, Silveira 2012).

A presença de três espécies com alta sensibilidade a distúrbios do habitat e de 48 espécies semidependentes ou dependentes de áreas florestadas, é um forte indício de que apesar da fragmentação vegetal e da proximidade com o centro urbano, a área ainda apresenta

condições de manter uma boa diversidade avifaunística, a exemplo da espécie *Picumnus fulvescens*, ave enquadrada na lista de aves globalmente ameaçadas de extinção segundo IUCN (2010), assim como de um alto número de aves de rapina (gaviões, falcões e corujas), consideradas indicadores de uma boa qualidade de conservação ambiental (FERGUSON-LEES & CHRISTIE, 2001, AZEVEDO *et al.* 2003, TEIXEIRA *et al.* 2005).

Por outro lado, a ausência de grandes frugívoros e a baixa presença de escaladores de troncos e seguidores de correição, já indica a baixa condição de suporte da área para determinados táxons se manterem. Segundo Willis (1979) os pica-paus e arapaçus são os primeiros animais a desaparecerem em ambientes perturbados.

Adicionalmente, grandes frugívoros, como a *Eupsittula cactorum* (Kuhl, 1820), são vistos como importantes elementos na análise da qualidade ambiental, uma vez que são aves mais especializadas e conseqüentemente mais sensíveis à fragmentação florestal, uma vez que dependem de extensas áreas florestadas onde exista disponibilidade constante de alimentos durante todo o ano (Aleixo & Vielliard 1995).

Em relação ao hábito alimentar, o fato do maior número de espécies registradas terem sido insetívoras, ocorre devido ao táxon possuir maior disponibilidade de alimento e com isso tendem a prevalecer no ambiente o ano inteiro (SCHERER, 2005).

Diante do exposto é possível inferir que a Microbacia do Riacho das Piabas ainda apresenta certas características de áreas da Caatinga e da Mata Atlântica relativamente preservada, contudo, devido à pressão contínua de fatores antrópicos, vêm perdendo gradativamente seus recursos naturais (Figura 20).

Figura 20. Aspecto de um fragmento da MBHRP observado da borda



Fonte: Pesquisa aplicada (2011 - 2013)

Por isso, é de extrema importância à realização de estudos acerca de inventários, da estrutura trófica e da identificação dos grupos bioindicadoras de qualidade ambiental, não só da avifauna, mas também dos outros grupos animais e vegetais, uma vez que são fundamentais para a detecção e avaliação de mudanças ocorrentes no ambiente, sejam elas naturais ou antrópicas (Telino-Junior *et al.* 2005) e só assim tomar medidas eficientes de mitigação e preservação a favor da biodiversidade remanescente na ambiência hidrográfica do sistema Microbacia Riacho das Piabas.

## **4.5 Processos em educação ambiental no ambiente da Articulação**

### **4.5.1 Antecedentes: relatos acadêmicos vinculados à vivência nativa na região da MBHRP**

Minha memória dista da vivência de infância na região montante tensão contra essa natureza protegida. Esses dados suplementaram a opinião pública que através da ONG APAN (Associação de Preservação Ambiental) articulou várias reportagens na mídia local falada, escrita e televisada. As notícias culminaram com uma ação pública da comunidade ribeirinha impetrada por mim junto ao Ministério Público Estadual (MPE) em favor da desapropriação do Sítio Louzeiro para fins de conservação, que por lá tramita até os dias atuais sem solução. Esse trabalho foi publicado em 2011 na Revista Eletrônica de Biologia e Farmácia (BIOFAR ISSN 1983-4209 - Volume 05– Número 01 – 2011) sob o título “Impactos antrópicos e integridade ecológica no Sítio Louzeiro, Campina Grande (PB)”, que está disponível no link que segue: [http://sites.uepb.edu.br/biofar/download/v5n1-2011/impactos\\_antropicos\\_e\\_integridade\\_ecologica\\_no\\_sitio\\_louzeiro.pdf](http://sites.uepb.edu.br/biofar/download/v5n1-2011/impactos_antropicos_e_integridade_ecologica_no_sitio_louzeiro.pdf).

Em 2005, durante as comemorações do Dia Mundial da Água (22 de março), fui convidado pelo Padre José Acírio de Medeiros (que assumia o cargo de Pároco da Paróquia Nossa Senhora de Fátima) no Bairro da Palmeira (fronteira com o Sítio Louzeiro) para realizar a 1ª Caminhada Ecológica as Nascentes do Riacho das Piabas. O sacerdote empenhou seus esforços por meio da Rádio Campina Grande FM e articulou escolas municipais e comunidades ribeirinhas. Quando estive Coordenador do Horto Florestal Municipal de Campina Grande, aproveitei uma visita do Colégio Virgem de Lurdes a esse equipamento ambiental e convidei os integrantes do colégio para realizar o plantio de árvores no final dessa caminhada, o que foi prontamente aceito na ocasião. Os grupos juntos e liderados pelo Padre Acírio iniciaram a caminhada da Igreja em destino a Mata do Louzeiro (área de proteção ambiental tutelada pelo art. 269 da Lei Orgânica do Município de Campina Grande), passando por várias ruas de acesso, distribuindo panfletos e portando faixas e cartazes em defesa das águas do sistema de nascentes. Ao chegar a casa sede do Sítio do Louzeiro (área integrante da Mata do Louzeiro) o grupo plantou 22 árvores em alusão ao dia 22 de março e em seguida foi realizada uma missa de frente a casa sede em defesa das águas doce historicamente existente em olhos d'água da mata. A mídia local cobriu o evento noticiando por meio da imprensa falada, escrita e televisada.

Em 2006, vivi o curso de especialização em educação ambiental pela UEPB e pude investigar com auxílio de imagens de satélite todo perímetro de montante da microbacia, verificando conflitos legais de uso e ocupação do solo. O trabalho foi publicado pela QUALIT@S Revista Eletrônica (ISSN 1677-4280 V7. n.1. Ano 2008) que se encontra disponível na rede mundial de computadores no site seguinte: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/viewFile/225/187>.

Em 2008, durante a vivência no mestrado em Recursos Naturais pela UFCG, houve oportunidade de realizar duas publicações através do trabalho intitulado “Avaliação preliminar de impactos ambientais no entorno do Louzeiro e Riacho das Piabas – Campina Grande – PB”

que se encontra publicada no periódico QUALIT@S Revista Eletrônica (ISSN 1677-4280 V7. n.1. Ano 2008) disponível no link seguinte:

<<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/218/194>> e através da dissertação do mestrado que receber o seguinte título. “Diagnóstico e prognóstico socioeconômico e ambiental dos trechos nascente da Microbacia Riacho das Piabas, Campina Grande, Estado da Paraíba, Brasil”. O resultado desse estudo reforçou a descontinuidade do modo de vida rural na região de montante associado ao êxodo e perdas de etnodiversidade e biodiversidade local.

Em 2010, durante a caminhada acadêmica do doutoramento em Recursos Naturais/UFPG as ideias de campo contidas no plano de tese começaram a entrar em prática. Sabia que um dos objetivos do estudo seria contribuir para revitalizar o sistema hidrográfico por meio do manejo ecológico, mas ainda tinha muitas adequações a fazer.

#### 4.5.2 Surgimento e desenvolvimento da Articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas.

A Articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas surge de uma confluência de iniciativas que se dão no primeiro semestre de 2011. Quais foram aquelas iniciativas? Começamos pelo que se passa no âmbito da Igreja Católica. Em 2011, o tema da Campanha da Fraternidade foi: “*Fraternidade e a vida no planeta*” e o lema “*A criação geme como em dores de parto*”. (In: <http://www.paroquianossasenhordocarmo.com/noticias/cf2011.htm>, acessado em 03/03/2014 às 17h30min.) No mesmo link se pode ler:

“A Campanha da Fraternidade de 2011 reflete a questão ecológica, com foco, sobretudo, no problema das mudanças climáticas. Ela se coloca em sintonia com uma cultura que está se expandindo cada vez mais, em todo o mundo, de respeito pelo meio ambiente e do lugar em que Deus nos coloca, não só para vivermos e convivemos, mas também para fazer deste o paraíso com o qual tanto sonhamos”.

Em outro link se pode ter uma visão de conjunto o que pretende a igreja com a escolha deste tema (In: <http://comunicacatequese.blogspot.com.br/2010/11/texto-base-da-campanha-da-fraternidade.html>, acessado em 03/03/2014, às 17h35min.) (Box 1).

Box 1: Propósitos da Campanha da Fraternidade de 2011.

##### **OBJETIVO GERAL**

Contribuir para o aprofundamento do debate e busca de caminhos de superação dos problemas ambientais provocados pelo aquecimento global e seus impactos sobre as condições da vida no planeta.

##### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Viabilizar meios para a formação da consciência ambiental em relação ao problema do aquecimento global e identificar responsabilidades e implicações éticas.
2. Promover a discussão sobre os problemas ambientais com foco no aquecimento global.
3. Mostrar a gravidade e a urgência dos problemas ambientais provocados pelo aquecimento global e articular a realidade local e regional com o contexto nacional e planetário.
4. Trocar experiências e propor caminhos para a superação dos problemas ambientais relacionados ao aquecimento global.

##### **ESTRATÉGIAS**

1. **Denunciar** situações e apontar responsabilidades no que diz respeito aos problemas ambientais decorrentes do aquecimento global.
2. **Propor** atitudes, comportamentos e práticas fundamentados em valores que tenham a vida como referência no relacionamento com o meio ambiente.

3. **Mobilizar** pessoas, comunidades, Igrejas, religiões e sociedade para assumirem o protagonismo na construção de alternativas para a superação dos problemas socioambientais decorrentes do aquecimento global.

Fonte: CNBB, 2011.

Em Campina Grande, a relação com as ações da Igreja Católica se estabelece junto às paróquias de São Francisco e a Paróquia Santa Rosa de Lima (Pároco Pe. Acírio). Frei Hermano José, franciscano que tem sua ação pastoral diretamente nas comunidades próximas a um trecho do Riacho das Piabas entra em contato comigo e me pergunta se eu estaria disposto a ajudá-lo em seu trabalho pastoral a partir de então. Troca de emails com Frei Hermano na primeira quinzena de abril de 2011 documenta os contatos anteriores à realização da primeira reunião da Articulação (Box 2).

Box 2. Primeira troca de e-mails com Frei Hermano – Primeiros momentos de ações conjuntas (8 e 9/04/ 2011), com cópia para outras pessoas.

Prezados amigos, boa tarde. Sobre a revitalização das nascentes do Riacho Piabas (PB)

Descrevo alguns passos anteriores à reunião na escola Luzia Dantas:

Seu Glauco é senhor de cabelos brancos, que me conhece de menino. Na 2ª quinzena de março pediu-me para a comunidade do bairro da Palmeira ajuda técnica à Campanha.

Me prontifiquei em ajudar. Marcada reunião com a comunidade no Sao Francisco, cantamos, rezamos e me foi perguntado o que fazer sobre os problemas (Lixo a beira do canal, falta de saneamento básico, aumento do índice de dengue...).

Comecei explicando que os problemas são complexos e, portanto, não tenho solução, entretanto, percebo que podemos contar com a ajuda de parceiros ( As escolas Luzia Dantas, Lurdinas e Estadual da Palmeira, a ADUFCG e o projeto Universidade Cidadã LICTA, a Reitora da UEPB, o quartel do Exército e o Ministério publico) para fazermos essa leitura quanto a alternativas.

O Frei Jose e a comunidade discutiram e acataram a sugestão enaltecendo essa ajuda e pediram que construísse um resumo dos possíveis primeiros passos.

Enviei ao correio eletrônico do frei Jose 4 artigos publicados (anexo).

de Veneziano Guedes de souza <venezianosousa@gmail.com>parafreijose@uol.com.br

data8 de abril de 2011 21:40assuntoNascentes da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas enviado porgmail.com

Prezado amigo Frei José, boa noite.

Envio anexo trabalhos à reflexão e conhecimento (2003;2006;2008;2010).

Por favor me informe recebimento.

Estarei construindo o pedido do resumo e enviarei.

A disposição com felicidade.

Atenciosamente.

Veneziano Guedes de Sousa Rêgo - Biólogo

O amigo Frei me respondeu

e [freijose@uol.com.br](mailto:freijose@uol.com.br) para [venezianosousa@gmail.com](mailto:venezianosousa@gmail.com) data9 de abril de 2011 17:26

assuntoabraços enviado poruol.com.br assinado poruol.com.br

Querido sr. Veneziano

Quero confirmar e agradecer os quatro trabalhos científicos enviados por e-mail. São trabalhos certamente muito valiosos sobre uma região tão próxima ao nosso convento franciscano. Eu já conhecia por gostar de caminhar mas sem conhecer, pelo motivo de ser novato, mas feliz em aprender mais a fundo a história e as riquezas naturais desta terra abençoada. Passei o e-mail para o nosso pároco Frei Jurandir, que eu já tinha informado sobre o nosso encontro e que dá pleno apoio ao projeto.

Aguardo agradecido o resumo do projeto para facilitar o trabalho de conscientização nas comunidades de Jardim Continental, Palmeira, Jardim Menezes e Rosa Mística.

Com um grande abraço em Cristo e Francisco

Seu amigo Frei Hermano José Cürten, ofm

Fonte: Acervo do PUC/UFCG

Outra vertente de iniciativas também chegaria até este pesquisador. Eu fui procurado pelo coordenador do Projeto Universidades Cidadãs da UFCG que era portador de uma proposta da Escola Municipal Luzia Dantas, localizada no Bairro Rosa Mística e que tem como clientela famílias dos bairros diretamente afetados pela situação atual do Riacho das Piabas. O PUC/UFCG já desenvolvia atividades de extensão em parceria com aquela escola desde 2009. A direção da escola externara a intenção de trabalhar em 2011 as questões de água e lixo como temas ambientais centrais. O coordenador do PUC/UFCG sugeriu então que o foco fosse o Riacho das Piabas, uma vez que estas duas questões estão presentes e pela proximidade com a realidade da Escola e de sua clientela. Propôs também que eu fosse convidado a participar. Assim, o referido professor entrou em contato comigo uma vez que ele tinha ciência que eu desenvolvia minha pesquisa de tese sobre estas questões.

Coincidência das coincidências! Ou seria providência?

Eu me dispus a fazer parte do processo que se iniciaria a partir daquele momento e sugeri que também fossem convidados Frei Hermano e o Curador do Meio Ambiente Dr. Eulâmpio que também se preocupa com as mesmas questões. Sugeri ainda que fosse convidado um representante do exército.

E-mail que enviei a Frei Hermano, 11/04/2011, com cópia para o Professor Jógerson (integrante do corpo docente do PPGRN) e ao Professor Fernando Garcia, Coordenador do PUC/UFCG, documenta as articulações naquele momento inicial (Box 3):

Box 3: Segunda troca de e-mails com Frei Hermano – Convite para primeira reunião na Escola Luzia Dantas (11/04/2011). Com cópia para outras pessoas.

De Veneziano Guedes de souza [venezianosousa@gmail.com](mailto:venezianosousa@gmail.com) para [freijose@uol.com.br](mailto:freijose@uol.com.br) jogerson orientador [jogerson@deag.ufcg.edu.br](mailto:jogerson@deag.ufcg.edu.br)  
Fernando Garcia de Oliveira [aquiri48@gmail.com](mailto:aquiri48@gmail.com)  
katia cristina [katiacscavalcante@gmail.com](mailto:katiacscavalcante@gmail.com)  
data 11 de abril de 2011 21:13 assunto Conexidades em favor da vida no sistema Riacho das Piabas.  
enviado por gmail.com

Prezado Frei José, boa tarde.

Nessa tarde, estive com o nosso Professor Jógerson Pinto/UFCG.

Falei sobre a vontade da comunidade e da Igreja fortalecer a fraternidade ecológica no sistema hidrográfico do Riacho Piabas. Nosso educador fez a leitura do esboço que comecei ontem e sugeri algumas adequações que reconstruímos (em azul).

Considero que a ideia "do que fazer" começou a se consolidar. Envio, desse modo, a seu conhecimento o

arquivo (anexo) para as críticas e modificações que julgar pertinente.

Notício, ademais, que foi ainda possível fazer contato com a Assembleia Legislativa e fomos bem recebidos pelo atendente. Ele nos encorajou a fazer um PROJETO POPULAR (a exemplo do "*ficha limpa*") e da possibilidade de uma assembleia itinerante na comunidade, caso seja feita essa petição pública.

OUTRO: A universidade cidadã estará amanhã ai na escola LUZIA DANTAS (Bairro do Alto Branco) para nos reunirmos às 9h:30mim com vistas a ajudar a diretora e os alunos na construção de propostas em favor da natureza. A diretora e os alunos estão sensibilizados com a questão do lixo ai no riacho e se for conveniente sua participação todos ficaram muito felizes.

Aguardo resposta.

Atenciosamente

Veneziano

Fonte: E-mail enviado por este Pesquisador.

O encontro que pode ser considerado como o marco inicial da Articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas ocorreu nas dependências da Escola Luzia Dantas em 12 de abril de 2011. A referida reunião contaria com representação das seguintes instituições: Escola Luzia Dantas (local da reunião), UFCG através do Projeto Universidades Cidadãs, Curadoria do Meio Ambiente, Igreja Católica através da Paróquia de São Francisco e Exército, através do 31º BIMtz (Batalhão de Infantaria Motorizada do Exército Brasileiro).

Estava iniciado o processo que se desenvolve em 2011, e que continuará em 2012, 2013 e que prossegue neste ano de 2014.

A memória da segunda reunião ocorrida na Escola Luzia Dantas, em 25 de abril de 2011, merece ser transcrita em sua íntegra pelo seu valor intrínseco (Box 4).

Box 4: Memória da Segunda reunião da Articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas

**COMUNIDADE DE SÃO FRANCISCO EM AÇÃO ATRAVÉS DA  
CAMPANHA DA FRATERNIDADE 2011 – PELA SAÚDE DO PLANETA  
MEMÓRIA DA SEGUNDA REUNIÃO COMUNITARIA PELA  
REVITALIZAÇÃO DAS NASCENTES DO RIACHO DAS PIABAS (PB)**

No dia vinte e cinco de abril de dois mil e onze, às nove horas e trinta minutos, reuniram-se no Grupo Escolar Professora Luzia Dantas, localizada na Rua: Henrimar Costa de Oliveira s/n, no Bairro do Alto Branco, através da Campanha da Fraternidade 2011, o Frei Hernano José do Convento São Francisco e os representantes das comunidades da Palmeira, Conceição, Jardim Continental, Jardim Menezes e Alto Branco. A Universidade Federal de Campina Grande, através do Projeto de Extensão Universidade Cidadã (UFCG/PUC), mediou o diálogo pela REVITALIZAÇÃO DAS NASCENTES DO RIACHO PIABAS entre a Paróquia do Convento São Francisco, que apoia a comunidade e, o Dr. Eulâmpio Duarte, Promotor do Ministério Público para o Meio Ambiente. O Professor Fernando Garcia/UFCG, facilitador dessa reunião, fez a abertura da sessão que contou com 22 pessoas, entre as quais, a gestora e professores da escola Luzia Dantas e a Diretora da E.M.E.F Luís Gomes da Silva, sito à Rua Franklim Araújo, no Bairro do Alto Branco, além do Professor Jógerson P. G. Pereira, do mestrando Enoque Oliveira e do doutorando em Recursos Naturais Veneziano G. S. Rêgo, pela UFCG. O Professor Fernando Garcia deu as boas vindas aos integrantes da assembleia e acatou a sugestão da Professora Márcia para iniciar os trabalhos através de uma oração que foi proferida pelo o Frei Hermano José. Após o pedido das bênçãos a Deus, houve a apresentação pessoal de cada ator em situação e registro de imagens e contatos. Professor Fernando Garcia historiou a reunião anterior resumindo como tema a

REVITALIZAÇÃO DO RIACHO DAS PIABAS (PB) e seguidamente sugeriu uma nova data para o coletivo reunir-se às terças feiras, quinzenalmente, o que foi acatado por todos, ficando o próximo encontro para dez de maio às nove horas e trinta minutos. Como reflexão ele apresentou duas questões: a) o que esse grupo pode fazer juntos e b) o que se está fazendo individualmente? A partir dessa discussão sugeriu se construir OBJETIVOS E METAS, CALENDÁRIO DE AÇÕES E DIVISÕES DE TRABALHO. A seguir entregou ao Promotor Eulámpio Duarte dois artigos científicos recentemente publicados sobre esse segmento de microbacia hidrográfica que totalizam trinta páginas ambos e estão disponíveis pela rede mundial de computadores ( I - Análise ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho das Piabas, no trecho que compõe suas nascentes e a Reserva Urbana do Louzeiro, Campina Grande - PB. II - Avaliação preliminar de impactos ambientais no entorno do Louzeiro e Riacho das Piabas, Campina Grande – PB). O Doutor Eulámpio, atendendo pedido da diretora, cedeu os documentos à Escola com o fim especial de instrução pedagógica para suas educadoras e seguidamente ele discorreu das dificuldades de ação no campo jurídico orientando ao grupo instituir ações no campo político municipal estadual e federal, porque já há ação judicial em andamento e registrou a inserção da monografia de Veneziano (Impactos antrópicos e integridade ecológica no Sítio Louzeiro) nos autos do processo que se encontra na 3ª instância desde 1995. Ele parafraseou Dr. Elpídio de Almeida ao citar “o Louzeiro como um refrigerio para a cidade” e “a cacimba do Louzeiro abastecia Campina Grande”. Justifica-se essa ação por ser área histórica e agradável. Citou ainda ser fundamental a Educação como formação cívica, exemplificando a campanha contra as fogueiras em anos passados e orientou os nomes do Professor Daniel Duarte, do Padre Acírio e do Bispo Don Jaime como potenciais parceiros dessa conquista. O professor Fernando pediu permissão ao grupo para veicular essas reuniões na página eletrônica da UFCG e Universidade Cidadã, bem como, republicar o que já foi escrito sobre a área. Para Frei Hermano o saneamento básico e o lixo são as questões mais preocupantes para as comunidades, fazendo-se mister a adoção de medidas práticas e viáveis rápidas. A diretora lembrou-se a história do Riacho das Piabas for transcrito em cordel pelo Poeta Manoel Monteiro muito favorecerá o envolvimento dos vários atores nessa questão do meio ambiente. Frei Hermano José entregou abaixo-assinado com mais de duzentas assinaturas para fortalecer o pedido de INICIATIVA POPULAR. O Promotor do Meio Ambiente, dentro de sua experiência jurídica sugeriu aproveitar essa petição popular em audiência pública com o Ministério Público a ser programada. A seguir, foi citado o mutirão da limpeza do Riacho das Piabas para os dias vinte e nove e trinta de abril com a participação dos segmentos da Prefeitura Municipal de Campina Grande e comunidade de moradores. Para esse mutirão serão plantadas algumas árvores cedidas pelo Horto Florestal Lauro Pires contando com a participação das escolas e da UFCG. Professor Fernando Garcia passou a palavra para Veneziano que concebeu o sistema hidrográfico aconselhando tornar a montante área de Preservação Espacial, a região de transição urbano-rural da Mata do Louzeiro parque zoológico aos animais mutilados, para o segmento urbano desviar e tratar os efluentes do canal das Piabas e Açude Velho, despoluindo-os para receberem água das nascentes, juntamente com o segmento oposto do Riacho das Piabas que corta a antiga Cachoeira até o Parque do Poeta, também tombado pela Lei. Professor Fernando comentou a grandeza do desafio e orientou tornar público o movimento, pediu em seguida ao Doutor Eulámpio que fosse disponibilizado à comunidade o que já se tem da região, em especial artigos escritos, a Lei de Proteção e cópia do processo de Ação Civil Pública já em andamento, recebendo resposta positiva. Ato contínuo deu início aos encaminhamentos, 1) para firmar contatos com o Professor Daniel Duarte, com o Padre Acírio, o Bispo Don Jaime e, o Poeta Manoel Monteiro, buscando apoio e suas participações na próxima reunião; 2) comunicar a assessoria de imprensa da UFCG as ações do movimento; 3) construir arquivo na escola para disponibilizar a memória das assembleias e documentos afins; 4) facilitar a visita das escolas a trechos do Riacho Piabas familiarizando-os a região e sua realidade; 5) dar importância para a comunidade fazer seus depoimentos no início dos trabalhos. Em seguida, O Professor Fernando Garcia, agradeceu a presença de todos e deu como encerrada a 2ª Reunião da Comunidade de São Francisco em Ação através da Campanha da Fraternidade 2011 em defesa da Revitalização das Nascentes do Riacho

das Piabas, sendo lavrada a presente memória.  
Campina Grande, 25 de Abril de 2011.

A sequência das reuniões esteve regida pela periodicidade estabelecida (quinzenal no início, tendo passado a ser mensal a partir de agosto de 2011, conforme consta em e-mail que enviei aos participantes da articulação em 20 de julho de 2011). Mas, houve várias reuniões extras sempre que havia necessidade de planejamento de algum evento. Registre-se que houve motivação para programar eventos nas diversas datas alusivas ao meio ambiente.

No dia 03 de junho de 2011, uma das primeiras atividades públicas promovidas pela Articulação – alusiva ao dia do meio ambiente – foi bem documentada pela TV Itaré (Box 7).

Box 5: Caminhada pela revitalização do Riacho das Piabas.

➤ Repórter, no início da matéria:

“Quem chega às proximidades do riacho das Piabas, no trecho que corta os bairros de Rosa Mística, Jardim Continental, Palmeira e Jardim Menezes, não demora a encontrar lixo nas encostas e uma água bem poluída. Pedindo a revitalização do riacho, alunos e professores de escolas municipais, além de representantes da Igreja Católica e da universidade federal de Campina Grande, promoveram uma atividade diferente na manhã de hoje: eles saíram em caminhada desta escola no bairro Rosa Mística (Luzia Dantas) até este trecho do riacho. Com cartazes, faixas e um abaixo-assinado, eles solicitam ao Ministério público uma ação civil pública e um projeto de Lei de iniciativa popular visando a preservação do riacho e de seu patrimônio ambiental, cultural, e social.”

➤ Professor Fernando Garcia, do PUC/UFCG:

“O propósito é contribuir com a revitalização do riacho das piabas. O nosso trabalho é sensibilizar órgãos públicos que possam avançar nesta direção. Porque isto é uma coisa necessária para que a gente possa ter, por exemplo, um açude Velho despoluído que possa servir como área de lazer, e de deleite, para a população de Campina Grande e para os visitantes.”

➤ Frei Hermano, da paróquia de São Francisco:

“São vários fatores que, pouco a pouco, através da campanha da fraternidade, através das escolas, dos postos de saúde, enfim de todas as pessoas... de a gente aprender a cuidar do meio ambiente.”

➤ Ana Caliane, aluna de uma das escolas (repórter: “ela participou de toda a caminhada e também defende o cuidado com o riacho.”):

“O povo já joga lixo e aí vai dá doença, a vida da gente está em risco”.

➤ Professora Edvânia Maria Braga, diretora da Escola Luzia Dantas:

“A gente tem que, como escola, trabalhar a conscientização, para que a população se ajude, para que junto com o poder público consiga modificar este meio ambiente.”

Fonte: Riacho das Piabas, uma história de poluição, localizada no YouTube, em 27 de fevereiro, às 18 horas. Link: <http://www.youtube.com/watch?v=epyo3-gnePI>

#### 4.5.3 Significados do Projeto Universidades Cidadãs da UFCG junto à pesquisa.

Claro está que um aluno de um curso de doutorado não dispõe sozinho dos meios necessários para dar tamanha amplitude a seu trabalho. E este é outro ponto de reflexão. Para que eu pudesse dar maior contribuição ao desenvolvimento da Articulação era necessário a existência de uma institucionalidade interna à UFCG. Esta situação se viabilizou graças ao fato do Projeto Universidades Cidadãs ter se constituído neste espaço institucional necessário. A circunstância de o projeto ter também sido ativo participante da Articulação simplificou todo o processo. Tudo foi facilitado pelo fato de o referido projeto de extensão ter redirecionado a parceria que já tinha com Escola Municipal Luzia Dantas. Assim, as minhas iniciativas puderam ter o envolvimento direto do PUC. A rigor é possível afirmar que eu passei a integrar

o PUC em sua ação no âmbito da Articulação. Além disso, algo muito importante aconteceu: o PUC também se constituiu em apoio institucional para a elaboração desta tese como evidenciam os exemplos citados a seguir:

- Suportes de bolsistas do PUC para confeccionar a organização de boa parte do acervo de documentos, áudios, vídeos e imagens digitais acumulados nas ações da Articulação, o que facilitou muito o meu trabalho;
- Estagiários do PUC se empenharam em produzir trabalhos sobre este assunto para eventos, a exemplo do ocorrido no Seminário Internacional realizado na FIEP em Campina Grande (ver link/referência do evento);
- A coordenação do projeto encaminhou ofícios para diversas instâncias da UFCG, para setores da UEPB, e para outras instituições. Foi desta forma que se formalizou a solicitação aos pesquisadores voluntários, observando limitações, como ocorreu na pesquisa de fungos. Este material acabou não estando presente na tese por razões atinentes à dificuldade de realizar estudos interdisciplinares (anexo);
- A pesquisa de temas específicos, que requeria o concurso de pesquisadores especializados naqueles assuntos, se tornou possível graças à formalização daquelas parcerias por intervenção direta do PUC. Destaque para o estudo de avefaunístico, de morfometria e de uso e ocupação do solo assim como o que se refere à parte hídrica;
- O que consta do item anterior tem grande significado no que tange ao caráter interdisciplinar da proposta de estudo. Como se sabe a análise sobre fenômenos complexos como os desequilíbrios ambientais, demanda um eixo integrador que vincule vários olhares.

Algo ainda precisa ser acrescentado. Refiro-me às discussões sobre a tese que mantive com o Coordenador do Projeto Universidades Cidadãs, professor Fernando Garcia. Ele influenciou diretamente a reorientação que se deu nesta tese.

Neste caso, verifica-se que ocorreu uma particular inter-relação entre pesquisa, ensino e extensão com o surgimento da Articulação, que passa a ser o protagonista principal envolvendo todas as instituições. A pesquisa, que teve desde o início o propósito de resultar em uma tese de doutorado, se transforma como resultado da dinâmica propiciada pela existência do movimento.

Enquanto isso a atividade de extensão deixa ser, neste caso, desenvolvida exclusivamente pela universidade porque os parceiros componentes da Articulação se associam para atingir objetivos comuns.

O processo ainda vai mais além porque também a pesquisa se transforma em razão da inserção do pesquisador no processo que se desencadeia na (e pela) Articulação. Acrescente-se: cabe ao pesquisador a propositura de um conjunto de ideias (de iniciativas) que serão executadas por todos os membros da Articulação, algumas vezes contando com apoios pontuais de parceiros externos à Articulação (supermercado Ideal, por exemplo). Por seu turno,

participar da Articulação propicia ao pesquisador ter contato com as questões a partir de outro olhar, de outra perspectiva.

#### 4.5.4 Evolução do plano de tese e da hipótese no ambiente da Articulação

Esta tese se desenvolveu de forma original, e não prevista inicialmente, em razão do surgimento da Articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas, da qual participei intensamente. Em consequência, tive juntamente com o Projeto Universidades Cidades influência nos passos da Articulação. Por seu turno, fui influenciado no meu trabalho de tese pelo convívio nesse ambiente.

Três momentos bem distintos podem ser identificados para evidenciar a evolução no plano da tese. Quais são eles? Primeiro: proposta de tese que consta do plano de trabalho para seleção do PPGRN em 2010. Segundo: Plano de trabalho elaborado para o exame de qualificação, em 2012, quando já existia a Articulação. Finalmente o terceiro momento, que é o atual. Para propiciar uma visão de conjunto elaborei um pequeno quadro relativo aos três momentos referidos. Os propósitos da tese estavam expressos nos seguintes termos (Quadro 5).

Quadro 5. Evolução dos propósitos da tese no ambiente da Articulação

MOMENTOS	TÍTULO	PROPÓSITO/OBJETIVOS	
		Geral	Específicos
1º. Plano submetido à seleção PPGRN 2010	<u>Manejo integrado</u> da microbacia hidrográfica Riacho das Piabas, Campina Grande (PB)	Realizar manejo integrado dirigido para o bem-estar sistêmico da Microbacia Hidrográfica Riacho das Piabas em Campina Grande, PB.	3.2.1 Realizar diagnóstico físico-conservacionista; 3.2.2 Realizar diagnóstico dos recursos hídricos; 3.2.3 Levantar dados sobre a fauna silvestre; 3.2.4 Levantar dados sobre a composição vegetativa; 3.2.5 Promover diagnóstico do solo; 3.2.6 Promover diagnóstico da mineração; 3.2.7 Gerar diagnóstico da poluição urbana; 3.2.8 Gerar prognóstico participativo
2º. Exame de qualificação 2012	Manejo ecológico da microbacia Riacho das Piabas no ecótono Mata Atlântica-Caatinga, Brasil	Realizar o manejo ecológico da microbacia periurbana Riacho das Piabas (PB) em área de transição Mata Atlântica Caatinga	d. Participar de mobilização em defesa do sistema hidrográfico; e. Traçar perfil físico-conservacionista da microbacia; f. Mapear recursos hídricos; g. Avaliar recursos edáficos; h. Ponderar as dimensões socioeconômico/ambiental; i. Analisar o saneamento ambiental da microbacia; j. Realizar levantamentos da biodiversidade; k. Gerar prognósticos participativos.
3º. Atual	<u>Manejo ecológico</u> em microbacia hidrográfica sob a perspectiva da educação ambiental: Articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas/PB – Brasil	Diagnosticar remanescentes naturais e aspectos físicos da ambiência Riacho das Piabas, inserido em um processo educativo, à luz do manejo ecológico de bacias hidrográficas.	a. Realizar análise morfométrica e de uso e de ocupação do solo da microbacia. b. Avaliar fontes hídricas e suas águas em trechos de cabeceiras; c. Estudar a composição avifaunística em remanescentes ecotonais (Mata Atlântica-Caatinga) mais conservados (domínio montante) da MBHRP; d. Projetar as informações do manejo como processo educativo à mobilização do coletivo

Fonte: pesquisa aplicada (2011- 2013).

A hipótese da mesma forma passou por profundas mudanças até a sua versão atual seguinte:

- $H_1$  – “A atitude coletiva de cuidar da natureza pode ser melhorada com o tempo em função do incremento da base educativa no tecido social”.

#### 4.5.5 As ações em educação ambiental propriamente dita

Outro fato verificou-se que os ganhos foram mútuos a todos os atores envolvidos teve destaque: Escolas puderam evoluir sua percepção socioambiental junto às ações de educação e cidadania, conjuntamente com as comunidades ribeirinhas em prol dessa ambiência; a Igreja que passou a contar com novos elementos socioambientais para evangelizar suas comunidades; os pesquisadores que aperfeiçoaram seus conhecimentos a publicar na vida acadêmica essas experiências; o PUC/UFCG que ampliou suas ações de cidadania permitindo despertar as esperanças para a melhoria da qualidade de vida das populações atingidas neste trecho a cima da Barragem de Acauã (reservatório público que recebe águas da MBHRP onde o PUC/UFCG tem atuação); a coletividade que vem conseguindo resignificar o riacho e a própria esperança que se faz ampliada à manutenção dos recursos naturais da microbacia em função do crescimento urbano de Campina Grande, a natureza de um modo geral.

A relação com as escolas municipais Luzia Dantas, Frei Dagoberto e Luis Gomes; e com o Colégio Autêntico fez com que simultaneamente também houvesse repercussão em outros níveis de ensino além do que se passa na universidade, que é o local do doutorado.

Foram muitos os eventos, realizados nas escolas, relacionados às questões ambientais e focados no riacho das Piabas.

No processo deflagrado pela existência da Articulação, as escolas passam a estar inseridas em dinâmicas novas, originais mesmo, porque elas passaram a ter experiências também singulares em seus processos de ensino-aprendizagem. As questões ambientais passaram a estarem presentes nas atividades das três escolas com regularidade. As escolas também se envolveram com a realização de atividades definidas no âmbito da Articulação. Não há exagero em afirmar que durante estes últimos anos houve mudança de rotina nas escolas. Afinal, não é comum que iniciativas desta natureza se passem em Escolas Municipais.

São vários os elementos que permitem evidenciar as alterações nas rotinas das escolas. Começamos pelas reuniões da Articulação. O fato de as primeiras reuniões terem ocorrido na Escola Luzia Dantas já é algo inusitado do ponto de vista do que ocorre normalmente na escola. As atividades definidas nas reuniões da Articulação eram colocadas em prática pelas professoras das escolas em seu trabalho pedagógico com os alunos. Também passou a haver eventos por iniciativa das escolas para as quais os membros da Articulação eram convidados.

Box 6: Memória da reunião xx da Articulação em 2012, realizada na Escola Luzia Dantas.

#### **MEMÓRIA DA 1ª REUNIÃO de 2012, PELA REVITALIZAÇÃO DO RIACHO DAS PIABAS**

**Dia 29/03/2012**

**Local:** Escola Municipal Profa. Luzia Dantas. Sito a Rua: Henrimar da Costa Oliveita, s/n Bairro Alto Branco.  
**P<sup>o</sup>** de referencia: próximo a torre de antenas parabólica.

**Abertura:** 10h50min

**Nº de presentes:** 13 pessoas (3 membros Igreja Católica, 3 membros defesa civil, 2 membros da EMBRAPA, 3 membros UFCG, representante das comunidades e a diretoria da Escola).

Antes da reunião iniciar o repórter fotográfico ( TV Borborema) registrou: “eu paguei para tomar banho de barreiro...tanto fazia tomar banho como beber água, o prazer era o mesmo... o Sr. Biró cobrava”. O Reporte fez alusão a Mata do Louzeiro (segmento urbano do Riacho das Piabas “protegida” pelo art. 269 da Lei Orgânica Municipal, “poemas e teorias”).

**Atividade desenvolvida:** Abertura foi feita por Veneziano (animador da reunião) convidando a diretora Prof<sup>a</sup>. Edvânia para suas considerações iniciais. Esta explicou do por que da participação da escola: “*o papel da escola é de conscientizar, os nossos alunos são residentes na área, além do que o objetivo desta escola é trabalhar o meio ambiente, inserindo-se nele*”. A seguir, o animador da reunião convidou o Prof<sup>o</sup>. Jógerson que assim se expressou: a Universidade Cidadã é um coletivo composto por universidades envolvidas em atividades de extensão em comunidades de risco social. No momento tem-se bolsista e voluntárias ordenando o acervo/documentário alusivo aos atingidos da barragem de Acauã. A participação da UC nessa campanha pela Revitalização do Canal das Piabas deveu-se porque essa escola já tem um histórico de realização de ações a convite da Prof<sup>a</sup>. Miriam e a participação efetiva do Prof<sup>o</sup>. Fernando Garcia. O frei Hermano falou a seguir citando de seu trabalho social e espiritual, já de algum tempo, nas comunidades, onde teve o desdobramento da Campanha da Fraternidade sobre a temática ambiental com boa aceitação. Nenhum representante político materializou as necessidades das famílias das margens do riacho, o vereador Antônio Pereira visitou as 4 áreas, colocou seus assessores a disposição, mas nenhuma solução de concreto foi observado. “*Confesso que estou perdido. As chuvas chegarão amanhã e as casas serão atingidas e como ficarão as famílias?*”. Dando continuidade o Coordenador da Defesa Civil de Campina Grande, que estava acompanhado de outros dois integrantes dessa ordem, agradeceu ao convite e teceu elogios aos trabalhos até então desenvolvidos. Historiou a criação da instituição, a sua composição e mapeou as zonas críticas da cidade, inclusive conhecia as da área de estudo, precariedade sanitária, iminência de desabamento, risco de ser atingido por enchentes, necessidade de remover lixos. Fez lembrar que tem tido êxito com a participação do Ministério Público. Ao longo do tempo as administrações não têm percebido a expansão desses problemas e têm se mostrado impotentes em solucioná-los. “*Mas estamos aqui para somar*”. O representante da EMBRAPA, Dr. José Renato que estava acompanhado pelo técnico Jaime, ambos designados pela chefia, expuseram os objetivos da Unidade de Campina Grande – pesquisa com oleaginosas e fibrosas, mas que havia uma unidade específica em Meio Ambiente localizada em Jaguariúna (SP) em poderiam buscar suporte técnico ou afim. Fez lembrar que o engajamento através de projeto em alguns dos editais específicos poderia ter o êxito desejado. O Sr. Jaime lembrou da necessidade de aplicação de questionário para conhecimento das necessidades mais imediatas, bem como sugeriu a construção de um projeto base para guiar o papel social o das instituições e reforçou a saída para editais pela causa. Três dos membros presentes ausentaram-se da discussão para atender a pauta da equipe de reportagem no pátio da escola. Eles foram: Veneziano, Jógerson e frei Hermano. Feito essa apreciação preliminar, o mediador expôs a importância de se articular uma caminhada no Dia Mundial o Meio Ambiente (5 de Junho) – do Açude Velho às nascentes, uma caminhada de 6km aproximadamente. Podendo ser incluído na programação turística da cidade para dar visibilidade à mata do Louzeiro entre os turistas. O frei Hermano indagou sobre como as famílias com suas moradas em vulnerabilidade se beneficiarão dessas medidas? Entre os presentes foi unânime que os poderes públicos deveriam assumir os seus papéis. O membro da Defesa Civil fez lembrar da necessidade de compor a equipe a Coordenadoria do Meio Ambiente. Também da SUDEMA. O prof. Jógerson informou da experiência do LICTA/UFCG na construção de casa popular ecológica com coleta de água de chuva e reuso de água no Cariri paraibano. Ele ficou de conseguir cópia do projeto para socializar entre os presentes. Foi lembrado também de envolver a pasta de Assistência Social e empenhar-se em envolver pessoas-chaves que possam somar na solução dos problemas para a Revitalização do Riacho das Piabas. O membro da DC adiantou que está com máquinas próximo e não terá dificuldade de colocá-las na remoção dos entulhos que estão obstruindo o canal. Ao final o animador da reunião agradeceu a presença de todos e todas e acordou para uma próxima reunião no mesmo local e horário no dia 12 de Abril para tratar sobre problemas envolvendo os resíduos sólidos locais, bem como, rumo a construção de objeto jurídico para encampar assinaturas à projeto de iniciativa popular. A reunião foi encerrada às 11h30min (Figura 21).

Figura 21. Memória da segunda reunião pela revitalização do Riacho das Piabas na Escola Luzia Municipal Professora Luzia Dantas, Bairro do Alto Branco, Campina Grande/PB, dia 29/03/2012.





Fonte: Acervo do PUC/UFCG sobre a Articulação.

Registre-se que após esta reunião, as máquinas da prefeitura de Campina Grande passaram mais de uma semana realizando várias limpezas no trecho canalizado do riacho e o alargamento de sua extensão nativa nas imediações da Mata do Louzeiro.

Houve ainda eventos inéditos na Escola Luzia Dantas. Três exemplos ilustrativos. Primeiro exemplo: o 31º Batalhão sediado em Campina Grande montou uma exposição no terreno daquela escola para demonstrar como o Exército age na região Amazônica. No mesmo dia houve uma palestra de um membro da corporação que trabalhou naquela região. Segundo exemplo: em dos eventos a mesa que foi formada para a ocasião era integrada pelo Bispo de Campina Grande e pelo comandante do exército na cidade. Terceiro exemplo. A entrega da petição veiculada pela internet (através do AVAAZ) juntamente com um documento das comunidades (discutido em reuniões da Articulação e redigido pelo coordenador do PUC/UFCG) foi entregue ao prefeito da cidade de Campina Grande, em evento realizado na Escola Luzia Dantas.

O evento no qual se procedeu à entrega da carta das comunidades ao prefeito ocorreu no dia 17 de junho de 2013. A programação do evento, cópia da carta entregue ao prefeito e o documento que ofício da entrega da petição se encontra nos anexos da tese. A seguir se reproduz no corpo da tese o documento que oficializou a entrega dos resultados da petição, pela internet, em favor do Riacho das Piabas (Box 6).

Box 7: Texto da petição no site do Avaz.

Está havendo veloz deterioração de uma microbacia hidrográfica que resguarda uma centena de nascentes de água doce, com flora e fauna ainda desconhecida. A referida microbacia possui aproximadamente 500 hectares apenas em sua área rural, é protegida por Lei e está localizada na sub-bacia do Bodocongó, trecho médio do Rio Paraíba. A referida sub-bacia é formada pela microbacia Riacho das Piabas que possui como maior ativo ambiental as nascentes do Açude Velho e a Mata do Louzeiro e a microbacia do Riacho de Bodocongó, que por sua vez, resguarda os remanescentes das nascentes do Açude de Bodocongó e a Mata da Catarina. O alvo central desta petição são os poderes públicos locais, a saber: Prefeitura Municipal de Campina Grande, Governo do Estado da Paraíba, Câmara Municipal de Campina Grande e Assembleia Legislativa da Paraíba. Espera-se que esta mobilização contribuir com mudanças de atitude e sensibilize segmentos da iniciativa pública e privada para que deem muito mais atenção a esta questão. Finalmente, todas as comunidades envolvidas na proteção da vida. Em 2011 surge a articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas congregando um pool de entidades e comunidades. Esta petição é mais uma iniciativa da articulação.

Fonte: Site do AVAAZ. Link da petição

[https://secure.avaaz.org/po/petition/Revitalizacao\\_das\\_nascentes\\_do\\_Acude\\_Velho\\_Riacho\\_das\\_PiabasMata\\_do\\_Louzeiro\\_Estado\\_da\\_ParaibaBrasil/](https://secure.avaaz.org/po/petition/Revitalizacao_das_nascentes_do_Acude_Velho_Riacho_das_PiabasMata_do_Louzeiro_Estado_da_ParaibaBrasil/)

A Articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas desenvolveu uma diversificada programação no dia 29 de setembro (dia da árvore) de 2012, conforme documenta o Box 7. A escola Luis Gomes, além de estar integrada à programação prevista, realizou uma mostra pedagógica própria alusiva à data e focada nas questões do riacho das Piabas.

Box 8: Programação do dia da Árvore de 2012.



### PROGRAMAÇÃO DO DIA DA ÁRVORE (dia 21/09/2012, sexta-feira)

A Articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas, através das entidades que a integram, irá promover um conjunto de ações em alusão ao dia da árvore. Todas as atividades têm como foco a defesa do Riacho das Piabas.

#### **PRIMEIRO BLOCO DE ATIVIDADES:**

- ✚ Mostra Pedagógica da Escola Luiz Gomes: Processos educativos associados às questões de sustentabilidade, centradas na problemática do Riacho das Piabas;
- ✚ Caminhada ecológica pelas margens do Riacho das Piabas (Trecho da Mata do Louzeiro).  
Participarão desta atividade:
  - Alunos de três escolas municipais, a saber: Luiz Gomes, Luzia Dantas e Frei Dagoberto;
  - Alunos do Colégio Autêntico;
  - Famílias residentes nas comunidades pertencentes à Paróquia de São Francisco.

#### **SEGUNDO BLOCO DE ATIVIDADES:**

- ✦ Coleta de assinaturas para a petição, pela internet, em prol da Revitalização do Riacho das Piabas, em três locais diferentes:
  - Escola Municipal Luiz Gomes (como atividade da Mostra Pedagógica);
  - Supermercado Ideal. Atividade a ser operacionalizada por professores e alunos do Colégio Autêntico;
  - Praça da Bandeira. Atividade a ser operacionalizada por integrantes do ONG Jovem Ambientalista e por militares do 31º Batalhão do Exército.

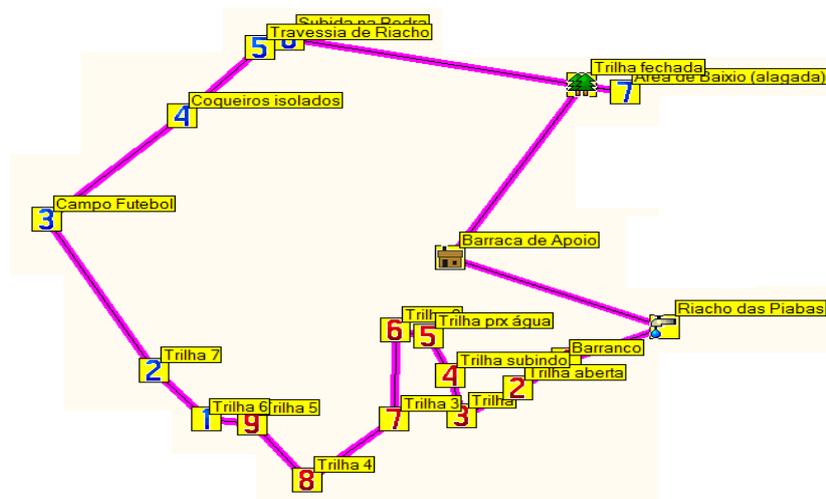
Fones para contato: 2101-1603 (Sala do projeto) / 8805-4054 (Fernando Garcia) e 8854-8287 (Veneziano)

O planejamento da caminhada do dia da Árvore contou com valiosa contribuição do Exército, conforme se pode verificar por meio do Box 8 acima e Box 9 abaixo, tanto no planejamento quanto na realização do evento (Figuras 22, 23 e quadro 6).

Box 9: Croqui da caminhada, elaborado pelo Exército.

31º BIMTZ - CROQUI DA ÁREA DA CAMINHADA DO DIA DA ÁRVORE (21 de setembro) – RIACHO DAS PIABAS/MATA DO LOUZEIRO

Figura 22. Croqui trilha na Mata do Louzeiro.



Quadro 6. Dados georeferenciados da trilha Riacho das Piabas /Mata do Louzeiro

Ponto	Identificação	coordenadas	Distância (m)
01	Riacho das Piabas - Início	S7 12.187 W35 53.253	---
02	Barranco	S7 12.213 W35 53.315	124
03	Trilha aberta	S7 12.235 W35 53.346	70
04	Trilha	S7 12.257 W35 53.382	78
05	Trilha Subindo	S7 12.225 W35 53.389	61
06	Trilha prx água	S7 12.195 W35 53.404	62
07	Trilha 2	S7 12.190 W35 53.424	39
08	Trilha 3	S7 12.259 W35 53.426	129
09	Trilha 4	S7 12.307 W35 53.481	135
10	Trilha 5	S7 12.262 W35 53.516	105
11	Trilha 6	S7 12.259 W35 53.545	55
12	Trilha 7	S7 12.221 W35 53.579	93

13	Campo Futebol	S7 12.103 W35 53.647	253
14	Coqueiros isolados	S7 12.022 W35 53.561	217
15	Travessia de Riacho	S7 11.968 W35 53.511	135
16	Subida na Pedra	S7 11.961 W35 53.492	37
17	Área de Baixio (alagada)	S7 12.003 W35 53.278	403
18	Trilha fechada	S7 11.998 W35 53.305	51
19	Barraca de Apoio	S7 12.132 W35 53.390	294
20	Riacho das Piabas – Final	S7 12.187 W35 53.253	272
			2.600 metros

Fonte: Acervo PUC/UFCG.

Figura 23. Mapa Google adaptado para identificar a trilha na Mata do Louzeiro



Fonte: acervo do PUC/UFCG

Em 2013, o principal evento promovido pela Articulação foi o 1º Grito das Piabas no dia mundial da água, 22 de março.

Em 27 de agosto de 2013, a Escola Frei Dagoberto escola promoveu a IV Conferência Infanto-juvenil pelo Meio Ambiente focada nas questões tradas pela Articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas, conforme se verifica na programação do evento em anexo desta tese.

Foi notória a repercussão nos meios de comunicação.

Uma observação importante: foram veiculadas diversas reportagens nas televisões da Paraíba, cujos links estão indicados em anexo.

Finalmente, se pode afirmar que relevância das ações realizadas pela Articulação pode ser demonstrada numericamente, conforme se verifica no teste estatístico da hipótese apresentado a seguir:

É necessário ainda saber que por meio deste movimento vários estudos puderam ser publicados e outros estão em curso. Desta forma, a microbacia Riacho das Piabas que figurava com apenas duas monografias e uma dissertação na sua história, pode agora contar com outras importantes contribuições sob a influência do processo de sensibilização porto pelo coletivo em situação, com destaque para:

-1 TCC

- 1 monografia de especialização
- 05 dissertações (3 concluídas concluídas, 1 em conclusão, 1 em curso);
- 1 tese em início;
- 1 tese em conclusão;
- Vários trabalhos publicados em congressos, Work shop, Seminarios Nacionais e internacionais, resumos, periódicos qualis
- Ainda faz importante incluir o conhecimento senso comum que um enorme acervo em poesias, desenhos, cartazes, trabalhos escolares, que se encontra em sistematização pelo PUC para favorecer demais reflexões desta problemática.

#### 4.5.5 Resultados do teste estatístico: mobilização social Riacho das Piabas

Foi registrado aumento significativo (Correlação Spearman:  $r_s=0,84$ ,  $p< 0,0001$ ,  $n=26$ , (Tabela 11, Quadro 6, Figura 24) de eventos e de mobilizações sociais com o passar dos anos em prol da revitalização do sistema Piabas, sendo possível verificar que com o incremento da base educativa em manejo e ecológico de bacias hidrográficas a atitude do coletivo no cuidar da natureza é alterada positivamente.

**Tabela 11** Número de ações coletivas por ano em prol da revitalização do sistema Riacho das Piabas, PB.

Ano	Ações coletivas
1988	1
1989	0
1990	0
1991	0
1992	0
1993	0
1994	0
1995	0
1996	0
1997	0
1998	1
1999	0
2000	0
2001	0
2002	2
2003	1
2004	1
2005	2
2006	1
2007	5
2008	3
2009	8
2010	4
2011	36
2012	88
2013	67

Fonte: Pesquisa Aplicada (2011 - 2013).

Ainda é possível avaliar o aumento das ações e mobilizações coletivas ano a ano desde 1988 até os anos de 2011, 2012, e 2013 respectivamente.

Os esforços do movimento sob a ótica de suas principais modalidades podem ser refletidos abaixo (Quadro 7).

Quadro 7: Ações coletivas e tipos de comunicação/mobilização nos momentos denominados de pré-Articulação (1988 a 2010) e de pós-surgimento da Articulação (2011 a 2013)

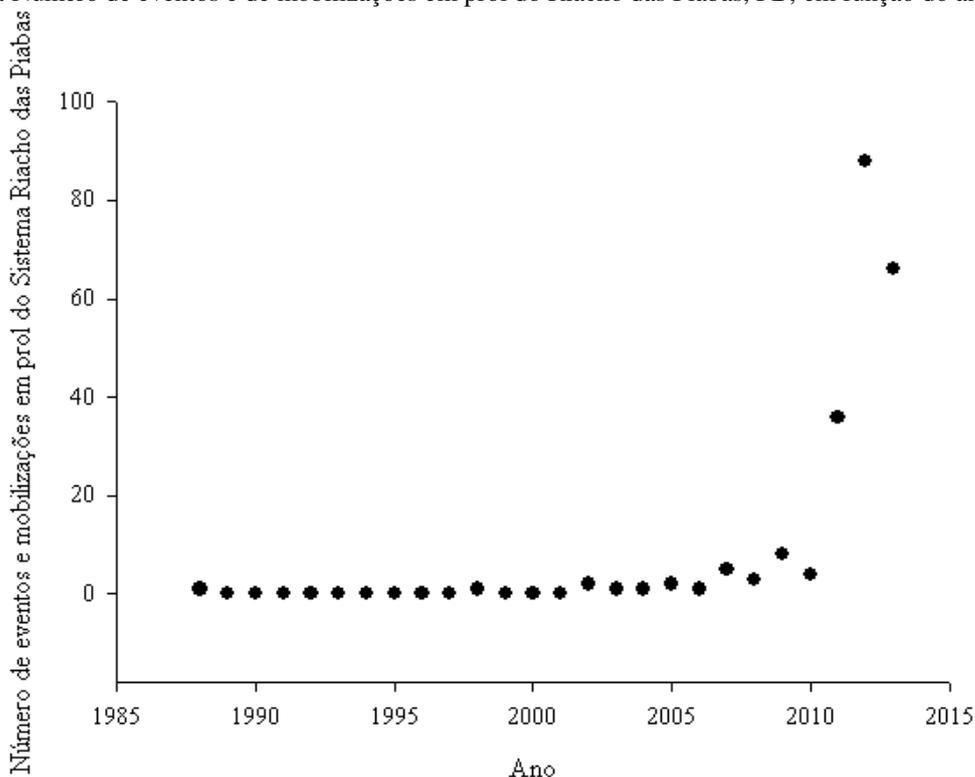
<b>AÇÕES COLETIVAS</b>				
<b>Tipos de comunicação/ mobilização</b>	<b>PERÍODOS</b>			
	<b>Pré- Articulação</b>	<b>Pós-surgimento da Articulação</b>		
	<b>1988-2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Lei Orgânica	1			
Notícia em blog	3	1	12	7
Caminhada ecológica	2	2	2	
Prática em EA		3	3	6
Jornal escrito	7	1	11	7
TCC	2			
Monografia				
Dissertação	1	1		2
Tese				
Planos de dissertação e tese aprovados no PPGRN	2		1	1
Artigo Científico	2		3	
Artigo de Opinião		1		
Palestra			1	1
Rádio			3	1
Reuniões da articulação		16	17	16
Notícia em site oficial	3	4	7	5
Reportagem TV		4	7	6
Projeto de EA na Escola	2			
Conferências CNMA e CIJMA (MMA)	2			1
Projeto de extensão	1		1	
Petição Pública			1	
Abaixo assinado		1		
Workshop/ Seminário Internacional			1	2
Ações individuais				
Capítulo de livro			1	4
Projetos de candidato à prefeitura			3	
Mostra pedagógica		1	1	3
Mesa redonda				1
Entrega de documentos				1
Workshop/ Seminário/ Simpósio/ Fórum Nacional				2
Guia eleitoral profetáveis/rádio e TV			12	
Produção de camisetas				
Poema			1	
Eventos da articulação		1		1
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>36</b>	<b>88</b>	<b>67</b>

Fonte: Pesquisa Aplicada (2011 – 2013).

Com base nos dados pode-se inferir que não há dúvidas de que a base educativa do manejo ecológico de bacias hidrográficas fornece subsídios ao diagnóstico e prognóstico da ambiência tanto sob o viés da deterioração como da integridade ecológica

Por meio do gráfico podem-se enxergar demais correlações com destaque para o aumento das ações entre 2011 e 2013 (Figura 24).

**Figura 24.** Número de eventos e de mobilizações em prol do Riacho das Piabas, PB, em função do ano.



Fonte: Pesquisa Aplicada (2011 - 2013).

Finalmente, por meio do teste estatístico, reforçado pelos dados coletados, sistematizados e interpretados, pode-se afirmar com esta pesquisa de tese que a hipótese seguinte foi aceita ( $H_1$  – “No tempo, a atitude do coletivo no cuidar da natureza é alterada consoante o incremento da base educativa em manejo ecológico de bacias hidrográficas”) e, portanto não refutada.

## **5. CONCLUSÃO**

### **5.1 Análise morfométrica e de uso e de ocupação do solo da microbacia**

#### 5.1.1 Análise morfométrica da MBHRP

Área bem drenada;  
Pouca suscetibilidade à enchente em condições normais de precipitação;  
Forma alongada;  
Declividades marcantes no médio alto curso;  
Áreas mais planas no médio baixo curso.

#### 5.1.2 Uso e ocupação do solo da microbacia

Houve redução das áreas de vegetação primária;  
Existe manutenção das áreas de vegetação secundárias;  
Houve redução dos grandes espelhos de água;  
Houve redução dos solos expostos;  
Houve fortíssima expansão urbana sobre a ambiência nativa da microbacia entre 1986 e 2007;  
Existem conflitos socioambientais associados ao uso da terra sem critérios de conservação.

### **5.2 Diagnóstico das fontes hídricas e de suas águas em trechos de cabeceiras**

Trechos de nascentes ricos em fontes hídricas  
Fontes sem APP delimitada  
Livre acesso da pecuária as fontes  
Relevâncias paisagísticas em montante com clara dependência dos recursos hídricos existentes  
Existe água doce em Campina Grande por meio do sistema de nascentes MBHRP  
As águas das fontes da MBHRP se encontram contaminadas por Coliformes totais e *E coli*  
As águas das fontes apresentam padrões físico-químicos dentro de um gradiente desejável  
Faz-se estratégico o reconhecimento e manutenção deste sistema em função do progresso

### **5.3 Composição avifaunística em remanescentes ecotonais de domínio montante**

Existem mais de 106 espécies de aves compondo mais de 41 famílias  
A MBHRP possui mais de 5,58% das aves registradas no Brasil  
A espécie com maior frequência de ocorrência é *Turdus leucomelas* com 65,09%  
A espécie *Picumnus fulvescens* está enquadrada na lista de aves globalmente ameaçadas de extinção  
A guilda alimentar predominante é insetívora  
As espécies registradas *Picumnus fulvescens*, *Sporophila albogularis* e *Paroaria dominicana* são endêmicas da Caatinga  
Existe alto número de aves de rapina (gaviões, falcões e corujas)  
Existem 3 espécies com alta sensibilidade a distúrbios do habitat  
São dependentes ou semi-dependentes de áreas florestadas 48 espécies  
O nível de perturbação posto não favorece a manutenção dos pica-paus e arapaçus existentes  
Devido à pressão antrópica continua a MBHRP vêm perdendo recursos naturais  
A MBHRP ainda apresenta de áreas de caatinga e de mata atlântica relativamente preservadas

#### **5.4 Processos em educação ambiental no ambiente da Articulação**

Ocorreu particular inter-relação pesquisa, ensino e extensão com a existência da Articulação  
A dinâmica propiciada pela existência do movimento transformou os propósitos da pesquisa  
A extensão deixou de ser exclusiva da universidade quando os parceiros se associaram rumo aos objetivos comuns  
Ficou reconhecido o potencial articulador do Projeto Universidades Cidadãs por seu papel na Articulação e pelo apoio dado à realização da Tese  
O processo de sensibilização gerou mobilização e ação que tem se perpetuado no tempo.  
Houve resignificação do Riacho das Piabas antes percebido apenas como canal.  
Houve expressivo avanço em ações prol revitalização nos anos de existência da articulação

#### **6. SUGESTÕES**

- Realizar estudos acerca de inventários, da estrutura trófica e da identificação dos grupos bioindicadoras de qualidade ambiental não só da avifauna, mas também dos outros grupos animais, vegetais e microorganismos da biota.

#### **7. DESAFIOS**

- Sensibilizar o Poder Público para reconhecer e conservar o sistema de nascentes Piabas Bodocongó em função do crescimento urbano da Região Metropolitana de Campina Grande, por meio de Lei Estadual e políticas e editais específicos.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do Capitalismo Agrário em Questão**. 2. ed. São Paulo: Hucitec/Edunicamp, 1992. 275 p.

AFONSO, J.A.C. **Renaturalização e revitalização de rios urbanos: uma abordagem sistêmica**. (Dissertação) Programa de Pós Graduação em Gestão Urbana - PUC Paraná/ CCET, 2011. Disponível em: <[http://www.biblioteca.pucpr.br/tede/tde\\_arquivos/15/TDE-2012-03-20T142939Z-1872/Publico/Jorge.pdf](http://www.biblioteca.pucpr.br/tede/tde_arquivos/15/TDE-2012-03-20T142939Z-1872/Publico/Jorge.pdf)>. Acesso em: outubro de 2012.

ALEIXO, A.; VIELLIARD, J. M. E. **Composição e dinâmica da avifauna na Mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia, v. 12, n. 3, p. 493-511, 1995.

ANDRADE, L. A. de. ABEAS – Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. **Manejo e Conservação de Recursos Naturais Renováveis**. Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 1997.

APHA – AWWA - WEF (2005). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 21st Edition. Washington, D.C.: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation.

AZEVEDO, M. A. G.; MACHADO, D. A.; ALBUQUERQUE, J. L. B. **Aves de rapina na Ilha de Santa Catarina, SC: composição, frequência de ocorrência, uso de habitat e conservação**. Ararajuba, v. 11, n. 1, p. 75-81, 2003.

BARACUHY, J.G.V. **Manejo integrado de microbacias hidrográficas no Semiárido Nordeste: Estudo de um caso**. 2001. Tese (Doutorado) em Recursos Naturais/UFCG.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4a ed. São Paulo : Ícone, 1999.

BOFF, Leonardo. **Saber cuidar: ética do humano – compaixão pela Terra**. 8. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **I – Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. II – Interpretação Para Uso Agrícola dos Solos do Estado da Paraíba**. (Boletim DPFS. EPE-MA, 15 – Pedologia, 8). Rio de Janeiro: MA/CONTAP/USAID/BRASIL, 1972.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Livro Resoluções do Conama: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012**. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2012b. 1126 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>>. Acesso em: outubro de 2012.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 1988 (Texto consolidado até a Emenda Constitucional nº 70 de 29 de março de 2012). Senado Federal - Secretaria Especial de Editoração e Publicações/Subsecretaria de Edições Técnicas. Disponível em: <[http://www.senado.gov.br/legislacao/const/con1988/CON1988\\_29.03.2012/CON1988.pdf](http://www.senado.gov.br/legislacao/const/con1988/CON1988_29.03.2012/CON1988.pdf)>.

Acessado em outubro de 2012.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental**. Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Diário oficial da República Federativa do Brasil. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/lei9795.pdf>>. Acesso em: outubro de 2012.

BRASIL. **Novo Código Florestal**. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 11 dez. 2013.

BRASIL. **Biodiversidade brasileira – avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p. Disponível em: <[http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/BiodiversidadeBrasileira\\_MMA.pdf](http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/BiodiversidadeBrasileira_MMA.pdf)>. Acesso em: 11 de agosto de 2012.

BRASIL. **Documento-base da I Conferência Nacional do Meio Ambiente**, 2003. Tema: Fortalecendo o Sistema Nacional do Meio Ambiente - Tema estratégico Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.catalisa.org.br/textoteca/219-conferencia-nacional-de-meio-ambiente-texto-base-mma>>. Acesso em: 10 de agosto de 2012.

BRASIL. **Política Ambiental Integrada e Uso Sustentável dos Recursos Naturais: Tema estratégico Água e Recursos Hídricos.. II Conferência Nacional do Meio Ambiente: Vamos Cuidar do Brasil**. Texto-base, MMA/II CNMA -Brasília, 10 a 13 de dezembro de 2005. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_cnma/\\_arquivos/textobase\\_iicnma.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_cnma/_arquivos/textobase_iicnma.pdf)>. Acesso em 05 de agosto de 2012.

BRASIL. **Recuperação e Proteção de Nascentes e Áreas que Margeiam os Corpos D'Água**. Ministério do Meio Ambiente, Fundo Nacional do Meio Ambiente - MMA/FNMA. Edital FNMA nº 02/2005. 2005b. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/fnma/\\_arquivos/ed0205.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/fnma/_arquivos/ed0205.pdf)>. Acessado em: outubro de 2012.

BRASIL. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Síntese Executiva - português / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. - Brasília: MMA, 2006. 135p. Disponível em: <[http://www.integracao.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c37feae3-8169-4049-900b-e8160661f541&groupId=66920](http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=c37feae3-8169-4049-900b-e8160661f541&groupId=66920)>. Acesso em: outubro de 2012.

BRASIL. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção** / editores: MACHADO A.B.M., DRUMMOND G.M., PAGLIA A.P. - 1.ed. - Brasília, DF : MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2008. 2v. (1420 p.). Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/livro-vermelho/volumeI/vol\\_I\\_parte2.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/livro-vermelho/volumeI/vol_I_parte2.pdf)>. Acesso em: outubro de 2012.

BRASIL. **Lista de espécies ameaçadas de extinção**. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº. 06, de 23 de setembro de 2008b. Disponível em:  
<<http://www.ibama.gov.br/documentos/lista-de-especies-ameacadas-de-extincao>>.  
Acesso em: outubro de 2012.

BRASIL. **Caderno metodológico para ações de educação ambiental e mobilização social em saneamento**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Educação Ambiental e Mobilização Social em Saneamento. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2009. Disponível em:<[http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos\\_PDF/CadernoMetodologico.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/CadernoMetodologico.pdf)>. Acesso em: outubro de 2012.

BRASIL. **Programa Água Doce: Documento Base**. MMA, Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Brasília – DF, 2010. 321p. Disponível em:  
<[http://www.mma.gov.br/estruturas/212/publicacao/212\\_publicacao26042011115912.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/212/publicacao/212_publicacao26042011115912.pdf)>.  
Acessado em: outubro de 2012.

BRASIL. **Portaria nº. 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em:  
<[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: dezembro de 2012.

BRASIL. CÂMARA DOS DEPUTADOS – Brasília. **Plataforma legislativa para a biodiversidade**. Edições Câmara, 2011b. 49 p. – (Série ação parlamentar; n. 442). Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Disponível em:  
<[http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/5965/plataforma\\_biodiversidade.pdf?sequence=1](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/5965/plataforma_biodiversidade.pdf?sequence=1)>. Acesso em: outubro de 2012.

BRESSAN, D. **Gestão racional da natureza**. São Paulo: Ed. Hucitec, 1996 111 p.

CHAZDON R.L.; COLWEL R.K.; DENSLOW J.S. and GUARIGUATA, M.R. **Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica**. In: Dallmeier, F.; Comiskey, J (Eds.). *Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling: Conceptual Background and Old World Case Studies*. Parthenon Publishing, Paris, France.p. 285-309, 1998.

COLWELL R.K. **User's guide to EstimateS 7.5 statistical: Estimation of species richness and shared species from samples**. *Software Estimate Version S 7.5* 2005.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS (CBRO) -**Listas das aves do Brasil (2014)**. 11ª Edição. Disponível em:  
<<http://www.cbro.org.br/CBRO/pdf/AvesBrasil2014.pdf>>. Acesso em: 30 de janeiro de 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; 1999. 415 p.

ESTADO DA PARAÍBA. Campina Grande. **Lei Orgânica do Município de Campina Grande**. 1990. Disponível em:  
<<http://www.sintabpb.com.br/wp-content/uploads/2010/04/LEI-ORG%C3%82NICA-DO-MUNIC%C3%8DPIO.pdf>>. Acesso em: outubro de 2012.

FAZENDA, Ivani C. A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 4. ed. Campinas: Papirus, 1994

FERGUSON-LEES, J. & CHRISTIE, D. A. **Raptors of the World**. Boston-New York: Houghton Miffling Company, 2001.

MELLO FILHO, José Américo de.; LIMA, Jorge Paladino Corrêa. **Manejo ambiental: o aprofundamento dos conhecimentos específicos e a visão holística**. Floresta e Ambiente. 293 v. 7, n. 1, p. 292- 307, jan./dez. 2000.

Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v7n%C3%BAnico/v7nunicoa30.pdf>>. acesso em: março de 2014

FORTES, C.C. **Interdisciplinaridade: origem, conceito e valor**. Revista Acadêmica Senac Online, v. 06, p. 01-01, 2009.

Disponível em: <<http://www3.mg.senac.br/revistasenac>>.

Acesso em: 10 de agosto de 2012.

FREITAS, E.P., KLOSS, D., SILVA, I.R. **Delimitação de bacia hidrográfica no ambiente googleearth**. Apoio da PROPI – IFRS (Fomento Interno AIPCT). Irriga, Botucatu, Edição Especial, p. 97 - 104, 2012. Disponível em:

<<http://200.145.140.50/index.php/irriga/article/view/440/236>>. Acessado em: outubro de 2012.

FONSECA, G.A.B.; RYLANDS, A.B.; PAGLIA, A.P. & MITTERMEIER, R.A. 2004.

**Atlantic Forest**. In: 5 Mittermeier, R.A., P. Robles-Gil, M. Hoffmann, J.D. Pilgrim, T.M. Brooks, C.G. Mittermeier, and G.A.B. Fonseca. (Org.). Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecosystems. CEMEX, Agrupación Sierra Madre, S.C. México, pp. 84-88.

HAILS, R. S.; ORMEROD, S. J. Ecological science for ecosystem services and the stewardship of natural capital. **Journal of Applied Ecology**, n. 50, p. 807 - 811, 2013.

HERZOG S.K; KESSLER M.; CAHILL T.M. 2002. **Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data**. The Auk 119: 749-769.

LIMA-E-SILVA, P.P., GUERRA, A.J.T; MOUSINHO, P., BUENO, C; ALMEIDA, F.G.A.; MALHEIROS, T. & SOUZA JR.; A.B.S. **Dicionário brasileiro de ciências ambientais**. Rio de Janeiro: Thex Ed., 1999.247 p.

LIMEIRA, M.C.M., SILVA, T.C., CÂNDIDO, G.A. **Gestão Adaptativa e Sustentável para a Restauração de Rios: Parte I: Enfoques Teóricos sobre Capacitação Social**. RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 15 n.1 Jan/Mar 2010, 17-26. Disponível em: <[http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/a7bec9960d508f0d619b8b4bd4c6c70f\\_958ecd4c3c03f50ced0c88f4ca0d9c9f.pdf](http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/a7bec9960d508f0d619b8b4bd4c6c70f_958ecd4c3c03f50ced0c88f4ca0d9c9f.pdf)>. Acessado em: outubro de 2012.

MACKINNON J. **Field Guide to the Birds of Java and Bali**. GadjahMada University Press.1991, 391p.

MARCHIORI, M.O., ROMANOWSKI, H.P. **Borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) do Parque Estadual do Espinilho e entorno, Rio Grande do Sul, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia 23 (4): 1029–1037, dezembro 2006.

Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v23n4/07.pdf>>. Acessado em: outubro de 2012.

MELO, L.G. **Campina Grande o desenvolvimento em questão** (seleção de artigos publicados na imprensa), 1988.

MINNIS, P.E. 2000. Introduction. Pp.3-10. In: P.E. Minnis (ed.). **Ethnobotany: a reader**. Norman, University of Oklahoma Press.

MORELLATO, L.P.C. 1992. Introdução, p. 8-11. In: L.P.C. MORELLATO (Ed.). **História Natural da Serra do Japi: Ecologia de uma Área Florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas, Editora da UNICAMP/FAPESP, 321p.

MOURA, N. G.; LARANJEIRAS, T. O.; CARVALHO, A. R.; SANT'ANA, C. E. R. **Composição e diversidade da avifauna em duas áreas de cerrado dentro do campus da Universidade Estadual de Goiás – Anápolis**. Revista Saúde e Ambiente, v. 6, n. 1, p. 34-40, 2005.

MOTTA, R. S. **Desafios Ambientais da Economia Brasileira**. Rio de Janeiro, Ipea. Agosto de 1997.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. John Wiley & Sons, New York. 1974, 547 p.

NASCIMENTO, J. L. X. **Estudo comparativo em duas Estações Ecológicas da Caatinga: Aiuaba e Seridó. Melopsittacus**, v.3, p.12-35. 2000.

OLIVEIRA, L.H. **Metodologia para a implantação de uso de programa de uso racional da água em edifícios**. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

OLIVEIRA, L.B. **Mineralogia, micromorfologia, gênese e classificação de luvisolos e planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no Semiárido no Nordeste brasileiro**. Tese Viçosa – MG. 2007. Disponível na íntegra em: <[http://www.tede.ufv.br/tesesimplificado/tde\\_arquivos/25/TDE-2007-08-13T082402Z-719/Publico/texto%20completo.pdf](http://www.tede.ufv.br/tesesimplificado/tde_arquivos/25/TDE-2007-08-13T082402Z-719/Publico/texto%20completo.pdf)>. Acessada em: outubro de 2012.

OLIVEIRA, V.B. **RPPN e biodiversidade: o papel das reservas particulares na proteção da biodiversidade da Mata Atlântica** / Valeska Buchemi de Oliveira. – Belo Horizonte : Conservação Internacional – São Paulo : Fundação SOS Mata Atlântica – Curitiba : The Nature Conservancy, 2010. 48 p. Disponível em: <<http://www.aliancamataatlantica.org.br/?p=5&a=33>>. Acessado em: outubro de 2012.

OLMOS, F.; SILVA, W. A. G.; ALBANO, C. G. **Aves em oito áreas de caatinga no Sul do Ceará e Oeste de Pernambuco, Nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade**. Papéis Avulsos de Zoologia, v. 45, n. 14, p.179-199, 2005.

PACHECO, J. F. **As aves da Caatinga: uma análise histórica do conhecimento**. p.189-250. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. & LINS, L.V. (eds.). **Biodiversidade da Caatinga áreas e ações prioritárias para conservação**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2004.

PARAÍBA, Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba: Relatório, Governo do Estado da Paraíba-PB/UFPB, 1978.

PARAÍBA. **Constituição do Estado da Paraíba**. Promulgada em 5 de outubro de 1989. Assembleia Legislativa do Estado da Paraíba - 15ª Legislatura 3ª Sessão Legislativa, 2005. Disponível em: <[http://www2.senado.gov.br/bdsf/bitstream/id/70448/13/CE\\_Paraiba.pdf](http://www2.senado.gov.br/bdsf/bitstream/id/70448/13/CE_Paraiba.pdf)>. Acessado em: outubro de 2012.

PARAÍBA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). **Caracterização do solo**. Dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos – Relatório Final. 2006. Disponível em: <[http://www.aesa.pb.gov.br/perh/relatorio\\_final/Capitulo%202/pdf/2.11%20-%20CaracSolo.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/perh/relatorio_final/Capitulo%202/pdf/2.11%20-%20CaracSolo.pdf)>. Acessado em: outubro de 2012.

PHILIPPI, A.Jr., ROMÉRO, M.A., BRUNA, G.C. **Uma introdução à questão ambiental**. In: PHILIPPI JR, Arlindo; ROMÉRO, Marcelo A.; BRUNA, Gilda Collet (Editores). Curso de gestão ambiental. Barueri: Manole, 2004.

PHILIPPI, A. Jr.; MARTINS, G. **Águas de abastecimento** - Capítulo 5. In: Saneamento saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável – Barueri, SP : Manole, 2005. – (coleção ambiental; 2).

PINTO, L.P.; PAGLIA, A.P.; PAESE, A. & FONSECA, M. 2004. **O papel das reservas privadas na conservação da biodiversidade**. In: Castro, R. & Borges, M.E. (Orgs.). RPPN Conservação em terras privadas desafios para a sustentabilidade. Planaltina do Paraná, Edições CNRPPN, 210p.

PORTO-GONÇALVES, C.W. **A Globalização da Natureza e a Natureza da Globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006. 625p.

REIS, E.J; MOTTA, R.S. (1994) **The application of economic instruments in environmental policy: the Brazilian case**. Revista Brasileira de Economia. Rio de Janeiro, 48(4): pp.551-75.

RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J. & HIROTA, M.M. 2009. **The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation**. Biological Conservation 142: 1144-1156. Disponível em: <[http://ac.els-cdn.com/S0006320709000974/1-s2.0-S0006320709000974-main.pdf?\\_tid=42b23cbc-194c-11e2-ac1a-00000aacb361&acdnat=1350582790\\_ae8bf52b8a507cf5b4cfb60c671750e8](http://ac.els-cdn.com/S0006320709000974/1-s2.0-S0006320709000974-main.pdf?_tid=42b23cbc-194c-11e2-ac1a-00000aacb361&acdnat=1350582790_ae8bf52b8a507cf5b4cfb60c671750e8)>. Acessado em: outubro de 2012.

RIBON R. 2010. **Amostragem de aves pelo método de listas de Mackinnon**. In: VON MATTER S, STRAUBE F, ACCORDI I, PIACENTINI V AND CÂNDIDO JR JF. Ornitologia e Conservação: Ciência aplicada, Técnicas de pesquisa e Levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books, 516 p.

RODRIGUES, F. A. Lei N° 9.433 de 8 de janeiro de 1997 - **Política Nacional de Recursos Hídricos**. MMA/ABEAS, Brasília, [1997]. 33p.

ROMEIRO, A. R. **Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica.** DOSSIÊ SUSTENTABILIDADE. Estud. av.vol.26º n°.74 São Paulo 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v26n74/a06v26n74.pdf>>. Acesso em: 13 de outubro de 2012.

ROOS, A. L.; NUNES, M. F. C.; SOUSA, E. A.; SOUSA, A. E. B. A.; NASCIMENTO, J. L. X.; LACERDA, R. C. A. **Avifauna da região do Lago de Sobradinho: composição, riqueza e biologia.** Ornithologia, v. 1, n. 2, p. 135-160, 2006.

ROSAS, C.A.F. A **(des)construção da dicotomia rural-urbano no extremo noroeste paulista.** Tese (doutorado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia. 2010, 246p. Disponível em: <[http://www.lagea.ig.ufu.br/biblioteca/teses/orientandos/tese\\_CelboRosas.pdf](http://www.lagea.ig.ufu.br/biblioteca/teses/orientandos/tese_CelboRosas.pdf)>. Acessado em: outubro de 2012.

SANTOS, M. P. D. **As comunidades de aves em duas fisionomias da vegetação de caatinga no Estado do Piauí, Brasil.** Ararajuba, v. 12, n.2, p 113-123, 2004.

SANTOS, P. *et. al.* (Organização). **Marco regulatório sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil.** – Belém, PA: IMAZON; FGV. CVces, 2012, 76p. ISBN 978-85-86212-45-1. Disponível em: <[http://ces.fgvsp.br/arquivos/104/PSA\\_Versao\\_WEB\\_29jun2012.pdf](http://ces.fgvsp.br/arquivos/104/PSA_Versao_WEB_29jun2012.pdf)>. Acessado em: outubro de 2012.

SCHERER, A.; SCHERER, S. B.; BUGONI, L.; MOHR, L. V.; EFE, M. A.; HARTS, S. M. **Estrutura trófica da avifauna em oito parques da cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.** Ornithologia, v. 1, n.1, p. 25-32, 2005.

SCHUMM, S. A., (1956), **Evolution of drainage systems and slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey.** Geological Society of America, Bulletin, 67, pp 597-646.

SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA – CDB. **O panorama da biodiversidade global 3.** Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas (MMA), 2010. 94 páginas. Disponível em: <<http://www.cbd.int/doc/publications/gbo/gbo3-final-pt.pdf>>. Acessado em: outubro de 2012.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997, 862 p.  
SIGRIST T. Guia de campo: Avifauna brasileira – descrição das espécies. São Paulo: Avisbrasilis, 2009.

SILVA, C.A. **Manejo integrado em microbacias hidrográficas.** Estudos Sociedade e Agricultura, Rio de Janeiro, n. 3, p. 182-188, nov. 1994.

SILVA, J. M. C.; SOUZA, M. A.; BIEBER, A. G. D. & CARLOS, C. J. 2003. **Aves da Caatinga: status, uso do hábitat e sensibilidade.** In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M. & SILVA, J. M. C. (eds.). Ecologia e Conservação da Caatinga: Recife, Ed. Universitária da UFPE.

SILVA, A. K. A., LIMA I. F., ARAÚJO, C. A. Á. **Desvelando a interdisciplinaridade da ciência da informação: o enfoque dos alunos do PPGCI/UFMG.** Ci. Inf., Brasília, v. 38, n. 1, p. 31-44, jan./abr. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v38n1/02.pdf>>. Acessado em: outubro de 2012.

SILVEIRA, M. H. B e MACHADO, C. G. **Estrutura da comunidade de aves em áreas de caatinga arbórea na Bacia do Rio Salitre, Bahia, Brasil.** Revista Brasileira de Ornitologia, v. 20, n. 3, p. 161-172, 2012.

SOBREIRA, F.J.A. **A Lógica da Diversidade: complexidade e Dinâmica em Assentamentos Espontâneos.** Tese - Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano -Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003. 262p. Disponível em: <<http://fabianosobreira.files.wordpress.com/2009/07/fabiano-sobreira-tese-de-doutorado.pdf>>. Acessado em outubro 2012.

SOUSA, V. G. Análise ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho das Piabas, no trecho que compõe suas nascentes e a Reserva Urbana do Louzeiro, Campina Grande – PB, através de Imagens de Satélite. Campina Grande, PB. DFB/CCBS/UEPB, 2006. 50p (Monografia de especialização Educação Ambiental).

SOUSA, V.G. **Diagnóstico e prognóstico socioeconômico e ambiental das nascentes do Riacho das Piabas (PB)** – Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. – Campina Grande, 2010.125 p.

STOTZ D. F.; FITZPATRICK J. W.; PARKER III T. A.; MOSKOVITS D. K. **Neotropical birds: ecology and conservation.** Chicago, The University of Chicago Press. 1996, 478 p.

STRAHLER, A.N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology.** New Halen: Transactions: American Geophysical Union, 1957. v.38. p. 913-920.

TELINO-JÚNIOR, W. R.; LYRA-NEVES, R. M. & NASCIMENTO.J. L. X. **Biologia e Composição da avifauna em uma Reserva Particular de Patrimônio Natural da Caatinga paraibana.** Ornithologia, v. 1, p. 49-57, 2005. Disponível em:<<http://cemave.net/ornithologia/index.php/ornithologia/article/view/7/7>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2014

TEIXEIRA, E. C.; PETRY, M. V.; TEIXEIRA, E. C. & MARTINS, J. F. C. **Ocorrência e distribuição de Falconiformes em diferentes ambientes do Parque Estadual de Itapuã, RS.** ActaBiológicaLeopoldensia, v. 27, n. 1, p. 51-56, 2005.

THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY - TEEB – (2010). **A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade.** Relatório para o Setor de Negócios – Sumário Executivo 01-07-2010. Disponível em: <<http://www.teebweb.org/Portals/25/Documents/TEEB%20for%20Business/TEEB%20for%20Bus%20Exec%20Portuguese.pdf>>. Acessado em: outubro de 2012.

TUNDISI, J. G. **Recursos Hídricos.** Instituto Internacional de Ecologia São Carlos-SP, 2003. Disponível em: <[http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos\\_01/A3\\_Tundisi\\_port.PDF](http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF)>. Acesso em: outubro de 2012.

UNIÃO EUROPÉIA. Serviços de publicações. **Bens e serviços ecossistêmicos.**© União Européia, 2010. Disponível em:

<[http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Eco-systems%20goods%20and%20Services/Ecosystem\\_PT.pdf](http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Eco-systems%20goods%20and%20Services/Ecosystem_PT.pdf)>. Acesso outubro de 2012.

VALENTE, M.C.F.S. **O conceito de “recurso biológico” nas orientações curriculares do ensino básico.** (Dissertação, 2005) - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto - Portugal. Disponível em: <[http://www.fc.up.pt/pessoas/ptsantos/teses/tese-CValente2005-O conceito de recurso biologico.pdf](http://www.fc.up.pt/pessoas/ptsantos/teses/tese-CValente2005-O%20conceito%20de%20recurso%20biologico.pdf)>. Acessado em: outubro de 2012.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

WEBER, J. **Gestão de Recursos renováveis: Fundamentos Teóricos de um Programa de Pesquisas.** In: VIEIRA, Paulo Freire; WEBER, Jacques. (Orgs.). *Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: Novos Desafios para a Pesquisa Ambiental.* Tradução Anne Sophie de Pontbriand Vieira, Christilla de Lassus. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

WILLIS, E. O. **The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil.** *Papéis Avulsos Zoologia*, v. 33, n. 1, p. 1-25, 1979.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis.** London: Prentice-Hall, 1996. 663 p.

ZIONI, F. - **Pesquisa Participante: relato e avaliação de uma experiência de pesquisa.** Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Prática de Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da USP, 1994.

## 9. APÊNDICE

### 9.1 Laudo microbiológico da fonte cinco existente na Mata do Louzeiro

	 Laboratório de Referência em Dessalinização
Lauda N.º:	Data da Coleta: 04/12/2013
Interessado: Veneziano Guedes De Sousa Rêgo	Resp. pela Coleta: Interessado
Município: Campina Grande	Data da Entrega da Amostra: 04/12/2013
Localidade: Campina Grande	Tipo de Recipiente: Frasco polietileno autoclavável
Procedência: Olho d'água da Mata do Louzeiro	Data da Análise: 04/12/2013

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	RESULTADOS	VMP (*)
Coliformes Totais	<b>PRESENÇA</b>	Ausência em 100 mL
<i>Escherichia Coli</i>	<b>PRESENÇA</b>	Ausência em 100 mL

(\*) VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 2914/11 MS).

**LAUDO:**

De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água **não** se encontra dentro dos padrões de potabilidade, no que se refere aos parâmetros microbiológicos.  
Metodologia analisada: Método enzimático de substrato definido - Colilert.

**OBSERVAÇÕES:**

- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.
- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ-9.1973.1303118)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França  Data: 16/12/2013

Laboratório de Referência em Dessalinização - SRH/MMA - UFPE/CCT/DEQ  
Av. Aprígio Veloso 882 - Bodocundi, 58.209-970 - C. Grande, PB - Fone/Fax: 033-3310.1116  
labdes@labdes.ufpe.edu.br

## 9.2 Laudo físico-químico da fonte cinco existente na Mata do Louzeiro





LABDES  
Laboratório de Referência em Descontaminação

Laudo N <sup>o</sup> : 005/2014		Data da Coleta: 04/12/2013
Interessado: Projeto ReRIPiBo - Revitaliz. Riachos		Resp. pela Coleta: Interessado: PUC/UFG
Município: Campina Grande/PB		Data da Entrega da Amostra: 04/02/2014
Localidade: Montante da Microbacia Riacho das Pias/ Mata do Louzeiro/ Olho d'água Louzeiro		Tipo de Recipiente: Garrafa plástica
Procedência: Fonte 5 - Coord. Geográficas 7°12'18,42"S 35°53'20,77"O - elev 546m	Vazão (*):	Data da Análise: 10/02/2014

PARAMETROS	RESULTADOS	VMP (**)
Condutividade Elétrica, µmho/cm a 25 °C	986,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	6,1	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	12,1	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)	80,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca <sup>2+</sup> ), mg/L	54,4	---
Dureza em Magnésio (Mg <sup>2+</sup> ), mg/L	20,2	---
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> ), mg/L	220,0	500,0
Sódio (Na <sup>+</sup> ), mg/L	166,1	200,0
Potássio (K <sup>+</sup> ), mg/L	23,2	---
Alumínio (Al <sup>3+</sup> ), mg/L	0,00	0,2
Ferro Total, mg/L	0,35	0,3
Alcalinidade em Hidroxidos, mg/L (CaCO <sub>3</sub> )	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO <sub>3</sub> )	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO <sub>3</sub> )	234,0	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO <sub>3</sub> )	234,0	---
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), mg/L	7,9	250,0
Fósforo Total, mg/L	0,0	---
Cloreto (Cl <sup>-</sup> ), mg/L	302,5	250,0
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	0,09	10,0
Nitrato (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ), mg/L	0,01	1,0
Amônia (NH <sub>3</sub> ), mg/L	2,37	1,5
Silica, mg/L (SiO <sub>2</sub> )	32,5	---
LS (Índice de Saturação de Langelier)	-1,34	≤ 0
STT (Sólidos Totais Dissolvidos a 180°C), mg/L	895,0	1.000,0

(\*) Vazão Informada  
 (\*\*) VMP - Valor Máximo Permitido ou recomendado pela Legislação Brasileira (PORTARIA 2914/11 MS).

**LAUDO:**  
 De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água **não** se encontra dentro dos padrões de potabilidade que se refere aos parâmetros físico-químicos.

**OBSERVAÇÕES:**

- 1- Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.
- 2- Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRC - 9.19.3/130318)

Visto da Coordenação: Prof. Kepler B. França Data: 21/02/2014

Laboratório de Referência em Descontaminação - UFG/CCD/DEQ  
 Av. Aprígio Veloso 882 - Bodoquena, 58.109-970 - C. Goiás, GO - Fone/Fax: (61) 3301.1714  
 labdes@labdes.ufg.edu.br

### 9.3 Formulário adaptado pelo Autor para aplicação a residentes rurais da MBHRP

	<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE</b> <b>CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS</b> <b>PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS –</b> <b>NÍVEL DOUTORAMENTO</b>	
<b><u>DIAGNÓSTICO DE RECURSOS HÍDRICOS DA MICROBACIA RIACHO DAS PIABAS 2013/2014</u></b> Formulário quali quantitativo aplicado a residentes rurais da porção montante (trecho de nascentes).		

Propriedade		Localidade		Município	
Extensão		Lazer		Coordenadas	
Respondente		Data/hora		Nº quest.	

#### 1. FATOR ASPECTOS GERAIS APLICADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS

(A) Variável origem da água captada - (Sequência qualitativa “a; b”, código 1.1 e critérios de estratificação):

(a) Subsídio qualitativo à resposta do código 1.1. “De onde vem a água usada na sua propriedade”?

- Marcar as seguintes possibilidades locais de captação: ( ) através de telhados/bicas; ( ) por meio de barramentos superficiais; ( ) de fontes d’água (nascentes); ( ) de poços artesianos; ( ) de poços amazonas; ( ) vem da propriedade vizinha; ( ) da rede pública ( ); de carros-pipa ( ) Outras formas: \_\_\_\_\_.

- Descrever a informação do residente:

---



---

(b) Subsídio qualitativo à resposta do código 1.1- “E em períodos de estiagem prolongada, de onde vem sua água”?

- Descrever a informação do residente. \_\_\_\_\_

#### Código 1.1

- Origem das fontes de abastecimento da propriedade

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Autóctone para todos os usos (a água é oriunda da propriedade)	1
Alotóctone para consumo humano e autóctone para os demais usos	5
Alotóctone para todos os usos (a água é importada de outra região)	10

(B) Variável armazenamento da água captada - (Sequência do código 1.2 a 1.13 e critérios de estratificação):

Código 1.2 - Armazenamento da água na propriedade

CÓDIGOS	ALTERNATIVAS	SIM ou NÃO	CONSIDERAÇÕES	VALORES PONDERADOS
1	Caixa d’água fibra/plástica a cima de 1.000 L		Todos os itens (sim)	1
2	Cisterna de placas/alvenaria		11 itens (sim)	2
3	Poço amazonas (anéis/alvenaria/outro material)		Entre 9 e 10 itens (sim)	3
4	Poço artesiano		8 itens (sim)	4
5	Tanque de pedra		Entre 6 e 7 itens (sim)	5
6	Olho d’água/cacimba		5 itens (sim)	6
7	Barreiro		4 itens (sim)	7
8	Barraginhas sucessivas		Entre 2 e 3 itens (sim)	8
9	Barragem subterrânea		1 itens (sim)	9
10	Açude		Nenhum item (sim)	10
11	Barragem	<b>Explicitar</b>		
12	Outras formas de armazenamento (ao lado) →			

**(C) Variável relação oferta-demanda anual de água** - (Sequência qualitativa “c”, código 1.14 e critérios de estratificação):

(c) Subsídio qualitativo à resposta do código 1.14 – “Qual o destino da água no dia-dia da propriedade?”

- Marcar principais possibilidades: ( ) consumo humano; ( ) consumo animal “avicultura, pecuária, \_\_\_\_\_”; ( ) uso em irrigações “horticultura, fruticultura, \_\_\_\_\_”; ( ) uso em minerações “cerâmica/olaria, \_\_\_\_\_”; ( ) uso na recreação; ( ) demais usos: \_\_\_\_\_; ( ) nenhum uso.

- Descrever a informação do residente:

**Código 1.3** – Suficiência anual da água para o cotidiano da propriedade rural

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
A água disponível na propriedade atende a demanda durante todo o ano	1
A água disponível na propriedade atende a demanda parcialmente durante o ano	5
A água disponível na propriedade não atende a demanda durante o ano todo	10

**(D) Variável apreciação do “olho d’água” principal para abastecimento humano** – (Sequência qualitativa “d”, código 2.1 a 2.11 e critérios de estratificação):

(d) Subsídio qualitativo à variável (D) – “Cadastramento do olho d’água para abastecimento humano” -

- Classificação da fonte:
  - ( ) Reocrenos (a água sai do solo e forma imediatamente um riacho);
  - ( ) Limnocrenos (a água forma uma poça sem correnteza);
  - ( ) Helocrenos (a água se espalha sobre a superfície do solo formando um brejo).

Imagem d (distante)		Imagem d (próxima)	
Coordenada Geográfica	Latitude S	Longitude O	Elevação

**Código 2;1**

- Aspecto legal do “olho d’água” com base no Novo Código Florestal, Lei nº 12.651/2012

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Apresenta-se com APP delimitada e protegida em conformidade legal	1
Expõe APP sem delimitação e pouco protegida	5
Exibe APP desprovida de vegetação e a conseguinte inaplicabilidade da Lei e de seus parâmetros fixados em defesa do “meio ambiente” e da população urbano/rural	10

**Código 2;2**

- Tipo de vegetação do entorno do “olho d’água”

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Mata	1
Capoeira	3
Pastagem	5
Cultivos	7
Ausente	10

### Código 2.3

- Relevância paisagística do sistema lântico

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Sim	1
Tem parcialmente	5
Não tem	10

### Código 2:4

- Presença de processos erosivos em um raio aproximado de 50m do “olho d’água”

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Não apresenta	1
Laminar	3
Sulcos	5
Deslizamento	7
Voçoroca	10

### Código 2:5

- Aspectos sanitários da montante da fonte observando a distância aproximada de 50m

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Ausência de contaminantes	1
Presença da pecuária	3
Acesso da pecuária a fonte e presença de curral, pocilga e/ou aviário	5
Presença da pecuária, de seus viveiros e de horticultura	7
Presença da pecuária, seus viveiros, horticultura e de galpão/garagem ou depósito de lixo	10

OBSERVAÇÃO: Pior situação será para o somatório das atividades impactantes

### Código 2:6

- Aspectos higiênico-sanitários do “olho d’água” quanto à presença de produtos químicos ou sólidos em suspensão

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Ausência de solutos em suspensão	1
Matéria orgânica diversa (galhadas, folhas e derivados)	3
Estrume animal	5
Resíduos sólidos de fontes diversas	7
Óleos, graxas e derivados e químicos diversos	10

### Código 2.7

- Exame físico do “olho d’água” por meio das propriedades organolépticas cor e odor

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Aspecto límpido sem odor	1
Aspecto límpido com odor	3
Aspecto turvo sem odor	5
Aspecto turvo com odor	10

### Código 2:8

- Ocorrência de processos eutrofizantes no “olho d’água”

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
“Olho d’água” sem indícios de eutrofização	1
“Olho d’água” com leve indício de eutrofização	3
“Olho d’água” com forte presença de algas ou macrófitas	5
“Olho d’água” eutrofizado	10

### Código 2.9

- Ajuizamento tecnológico para obras junto ao local aonde o aquífero vem à superfície

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Não existe	1
Existe por meio ecotecnologias melhoradoras do sistema lântico	3
Obras sem interligação ecológica, mas íntegras e em uso	5
Obras sem interligação ecológica, danificadas, mas em uso	10

**Código 2.10**

- Ajuizamento tecnológico para materiais empregados na(s) obra(s) com base no risco de rompimento do barramento

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Existe uso de matérias ecotecnológicas com aporte técnico	1
Existe uso de alvenaria com aporte técnico	3
Obra mista de alvenaria, pedra, terra, mas com aporte técnico	5
Obra mista de alvenaria, pedra, terra e sem aporte técnico	7
Estrutura feita apenas de terra e pedra sem aporte técnico	10

**Código 2;11**

- Bombeamento d'água com base na magnitude de impactos a fonte

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Não existe	1
Ecologicamente eficiente (carneiro hidráulico/ cata vento/gravidade)	3
Ecologicamente associado à eletrobomba e/ou moto bomba eficientes	5
Por meio de eletro bomba e/ou moto bomba com ligações improvisadas e/ou ineficientes	7
Moto bomba com derivados de petróleo derramado junto à fonte hídrica	10

**(E) Variável prioridade hídrica do residente rural** (Sequência qualitativa “e” e critérios de estratificação):

(e) Fator prioritário de necessidade hídrica para o residente e/ou produtor rural em sua propriedade

IDENTIFICAÇÃO PESSOAL DO PRODUTOR - assinale abaixo a lembrança dos problemas prioritários.	ORDEM DE PRIORIDADES – Enumere abaixo da 1ª a 4ª prioridade do produtor.
1 - Obter os serviços de água tratada da rede pública	
2 – Construir/ampliar captação da água da chuva x bicas/tonel	
3 - Construir cisterna/ tanque/ tanque de pedra	
4 - Restaurar nascentes e córregos	
5 - Limpar/dessassorear pequenos corpos d'água	
6 – Construir poço artesiano/amazonas	
7 - Construir barreiro/pequeno açude	
8 - Construir pequena barragem	
9 – Construir barragem subterrânea	
10 - Obter ou ampliar bomba d'água e acessórios afins	
11 – Construir sistema de barraginhas sucessivas	
12 - Realizar tratamento da água captada na propriedade	
13 – Outros	
14 – Outros	
15 – Outros	
Observação	

## 2. FATOR RESULTADO DAS ANÁLISES DE ÁGUA USADAS PARA ABASTECIMENTO HUMANO

**(F) Variável parâmetros microbiológicos da água para consumo humano** - (Sequência do código 2.12 a 2.13 e critérios de estratificação):

**Código 2.12**

- Coliformes Totais

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Ausência em 100MI	1
Presença em 100MI	10

**Código 2.13**- *Escherichia coli*

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Ausência	1
Presença	10

**(G) Variável parâmetros físico químicos da água para consumo humano** - (Sequência qualitativa “f, g, h, i”, código 2.14 a 2.27 e critérios de estratificação):

(f) subsídio qualitativo à variável “G”. Resultado Condutividade Elétrica,  $\mu\text{mho/cm}$  a 25°C: \_\_\_\_\_

- Relação Condutividade Elétrica encontrada com demais parâmetros verificados. Descrever a informação do técnico responsável: \_\_\_\_\_

**Código 2.14**

- Potencial Hidrogeniônico, pH

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Com VMP (Valor Máximo Permitido) entre 6,0 a 9,5	1
Com valor encontrado entre 5,0 e 5,9 ou 9,6 a 10,5	5
Com valor encontrado abaixo de 4,9 ou acima de 10,6	10

**Código 2.15**

- Turbidez (uT)

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Até 50% do VMP ( $\leq 2,5$ )	1
Até o VMP de 5,0 ( $2,51 < T \leq 5$ )	3
Com até 50% a cima do VMP ( $5,1 < T \leq 7,5$ )	5
Com até 100% a cima do VMP ( $7,6 < T \leq 10$ )	7
A cima de 100% do VMP ( $T > 10$ )	10

**Código 2.16**

- Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Até 50% do VMP ( $\leq 7,5$ )	1
Até o VMP de 15 ( $7,6 < T \leq 15$ )	3
Com até 50% a cima do VMP ( $15,1 < T \leq 22,5$ )	5
Com até 100% a cima do VMP ( $22,6 < T \leq 30,0$ )	7
A cima de 100% do VMP ( $T > 30$ )	10

**Código 2.17**- Dureza Total ( $\text{CaCO}_3$ ), mg/L

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Até 50% do VMP ( $\leq 250$ )	1
Até o VMP de 500 ( $250,1 < T \leq 500$ )	3
Com até 50% a cima do VMP ( $500,1 < T \leq 750$ )	5
Com até 100% a cima do VMP ( $750,1 < T \leq 1000$ )	7
A cima de 100% do VMP ( $T > 1000$ )	10
Observação: Foi obtido o cálculo da “Dureza Total ( $\text{CaCO}_3$ ), mg/L” a partir da “Dureza em Cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), mg/L” com a “Dureza em Magnésio ( $\text{Mg}^{++}$ ), mg/L”.	

**Código 2.18**- Sódio ( $\text{Na}^+$ ), mg/L

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Até 50% do VMP ( $\leq 100$ )	1
Até o VMP de 200 ( $101,0 < T \leq 200,0$ )	3
Com até 50% a cima do VMP ( $200,1 < T \leq 300,0$ )	5
Com até 100% a cima do VMP ( $300,1 < T \leq 400,0$ )	7

<sup>1</sup> VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 2914/11 MS).

A cima de 100% do VMP (T>400,0)	10
---------------------------------	----

(g) Subsídio qualitativo à variável “G”. Resultado do Potássio (K+) mg/L:2,3

- Descrever a informação do técnico responsável: \_\_\_\_\_

#### Código 2.19

- Alumínio (Al<sup>3+</sup>), mg/L

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Até 50% do VMP (<=0,1)	1
Até o VMP <sup>1</sup> de 0,2 (0,11<T<= 0,2)	3
Com até 50% a cima do VMP (02,1<T<=0,30)	5
Com até 100% a cima do VMP (0,31<T<=0,4)	7
A cima de 100% do VMP (T>0,4)	10

#### Código 2.20

- Ferro Total, mg/L

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Até 50% do VMP (<=0,15)	1
Até o VMP de 0,3 (0,16<T<= 0,3)	3
Com até 50% a cima do VMP (0,31<T<=0,45)	5
Com até 100% a cima do VMP (0,46<T<=0,6)	7
A cima de 100% do VMP (T>0,6)	10

#### Código 2.21

- Alcalinidade Total, mg/L (CaCO<sub>3</sub>)

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Com valor próximo 100	1
Até o VMP de 500	3
Com 50% a cima do VMP	5
Com 100% a cima do VMP	7
A cima de 100% do VMP	10

Observação: O cálculo da “Alcalinidade Total, mg/L (CaCO<sub>3</sub>)” foi obtido com as “Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO<sub>3</sub>)”; “Alcalinidade em Carbonatos mg/L (CaCO<sub>3</sub>)” e a “Alcalinidade em Bicarbonatos mg/L (CaCO<sub>3</sub>)”.

#### Código 2.22

- Sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), mg/L

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Até 50% do VMP (<=125,0)	1
Até o VMP de 250,0 (125,1<T<= 250,0)	3
Com até 50% a cima do VMP (250,1<T<=375)	5
Com até 100% a cima do VMP (376<T<=500,0)	7
A cima de 100% do VMP (T>500,0)	10

(h) Subsídio qualitativo à variável “G”. Resultado do Fósforo Total, mg/L : \_\_\_\_\_

- Descrever a informação do técnico responsável: \_\_\_\_\_

#### Código 2.23

- Cloreto (Cl<sup>-</sup>), mg/L

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Até 50% do VMP <sup>1</sup> (<=125,0)	1
Até o VMP de 250,0 (125,1<T<= 250,0)	3
Com até 50% a cima do VMP (250,1<T<=375)	5
Com até 100% a cima do VMP (376<T<=500,0)	7
A cima de 100% do VMP (T>500,0)	10

<sup>1</sup> VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 2914/11 MS).

Código 2.24

- Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), mg/L

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Até 50% do VMP ( $\leq 5$ )	1
Até o VMP de 10 ( $5,1 < T \leq 10$ )	3
Com até 50% a cima do VMP ( $10,1 < T \leq 15$ )	5
Com até 100% a cima do VMP ( $15,1 < T \leq 20$ )	7
A cima de 100% do VMP ( $T > 20$ )	10

Código 2.25

- Nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), mg/L

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Até 50% do VMP ( $\leq 0,5$ )	1
Até o VMP de 1,0 ( $0,6 < T \leq 1,0$ )	3
Com até 50% a cima do VMP ( $1,1 < T \leq 1,5$ )	5
Com até 100% a cima do VMP ( $1,6 < T \leq 2,0$ )	7
A cima de 100% do VMP ( $T > 2,0$ )	10

Código 2.26

- Amônia ( $\text{NH}_3$ ), mg/L

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Até 50% do VMP ( $\leq 0,75$ )	1
Até o VMP de 1,5 ( $0,76 < T \leq 1,5$ )	3
Com até 50% a cima do VMP ( $1,6 < T \leq 2,25$ )	5
Com até 100% a cima do VMP ( $2,26 < T \leq 3,0$ )	7
A cima de 100% do VMP ( $T > 3,0$ )	10

(i) Subsídio qualitativo à variável "G". Resultado da Sílica, mg/L ( $\text{SiO}_2$ ) \_\_\_\_\_

- Descrever a informação do técnico responsável: \_\_\_\_\_

Código 2.27

- STD (Sólidos Totais Dissolvidos a 180°C), mg/L

ALTERNATIVAS	VALORES PONDERADOS
Até 50% do VMP ( $\leq 500,0$ )	1
Até o VMP de 1000,0 ( $500,1 < T \leq 1,000,0$ )	3
Com até 50% a cima do VMP ( $1000,1 < T \leq 1,500,0$ )	5
Com até 100% a cima do VMP ( $1500,1 < T \leq 2,000,0$ )	7
A cima de 100% do VMP ( $T > 2,000,0$ )	10

<sup>1</sup> VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 2914/11 MS).

**9.4 Registro de aves na porção montante (trecho de nascentes) da Microbacia Riacho das Piabas, 2013.**

Figuras 25, 26, 27, 28, 29, 30. Representantes da MBHRP registrados pelas câmeras no estudo



*Tigrisoma lineatum* (Boddaert, 1783)



*Butorides striata* (Linnaeus, 1758)



*Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758)



*Egretta thula* (Molina, 1782)



*Tringa solitaria* (Wilson, 1813)



*Coragyps atratus* (Bechstein, 1793)

9.4 Continuação representantes da MBHRP registrados pelas câmeras no estudo

Figuras 31, 32, 33, 34, 35, 36. Representantes da MBHRP registrados pelas câmeras no estudo



*Rupornis magnirostris* (Gmelin, 1788)



*Caracara plancus* (Miller, 1777)



*Gallinula galeata* (Lichtenstein, 1818)



*Vanellus chilensi* (Molina, 1782)



*Jacana jacana* (Linnaeus, 1766)



*Columbina talpacoti* (Temminck, 1811)

9.4 Continuação representantes da MBHRP registrados pelas câmeras no estudo

Figuras 37, 38, 39, 40, 41, 42. Representantes da MBHRP registrados pelas câmeras no estudo



*Columbina picui* (Temminck, 1813)



*Crotophaga ani* (Linnaeus, 1758)



*Guira guira* (Gmelin, 1788)



*Amazilia fimbriata* (Gmelin, 1788)



*Heliomaster longirostris* (Audebert & Vieillot, 1801)



*Furnarius figulus* (Lichtenstein, 1823)

9.4 Continuação representantes da MBHRP registrados pelas câmeras no estudo

Figura 43, 44, 45, 46, 47, 48. Representantes da MBHRP registrados pelas câmeras no estudo



*Tolmomyias flaviventris* (Wied, 1831)



*Hemitriccus margaritaceiventer* (d'Onbigny & Lafresnaye, 1837)



*Camptostoma obsoletum* (Temminck, 1824)



*Phyllomyias fasciatus* (Thunberg, 1822)



*Pitangus sulphuratus* (Linnaeus, 1766)



*Tyrannus melancholicus* (Vieillot, 1819)

9.4 Continuação representantes da MBHRP registrados pelas câmeras no estudo

Figuras 49, 50, 51, 52, 53, 54. Representantes da MBHRP registrados pelas câmeras no estudo



*Cyclarhis gujanensis* (Gmelin, 1789)



*Cantorchilus longirostris* (Vieillot, 1819)



*Polioptila plumbea* (Gmelin, 1788)



*Turdus leucomelas* (Vieillot, 1818)



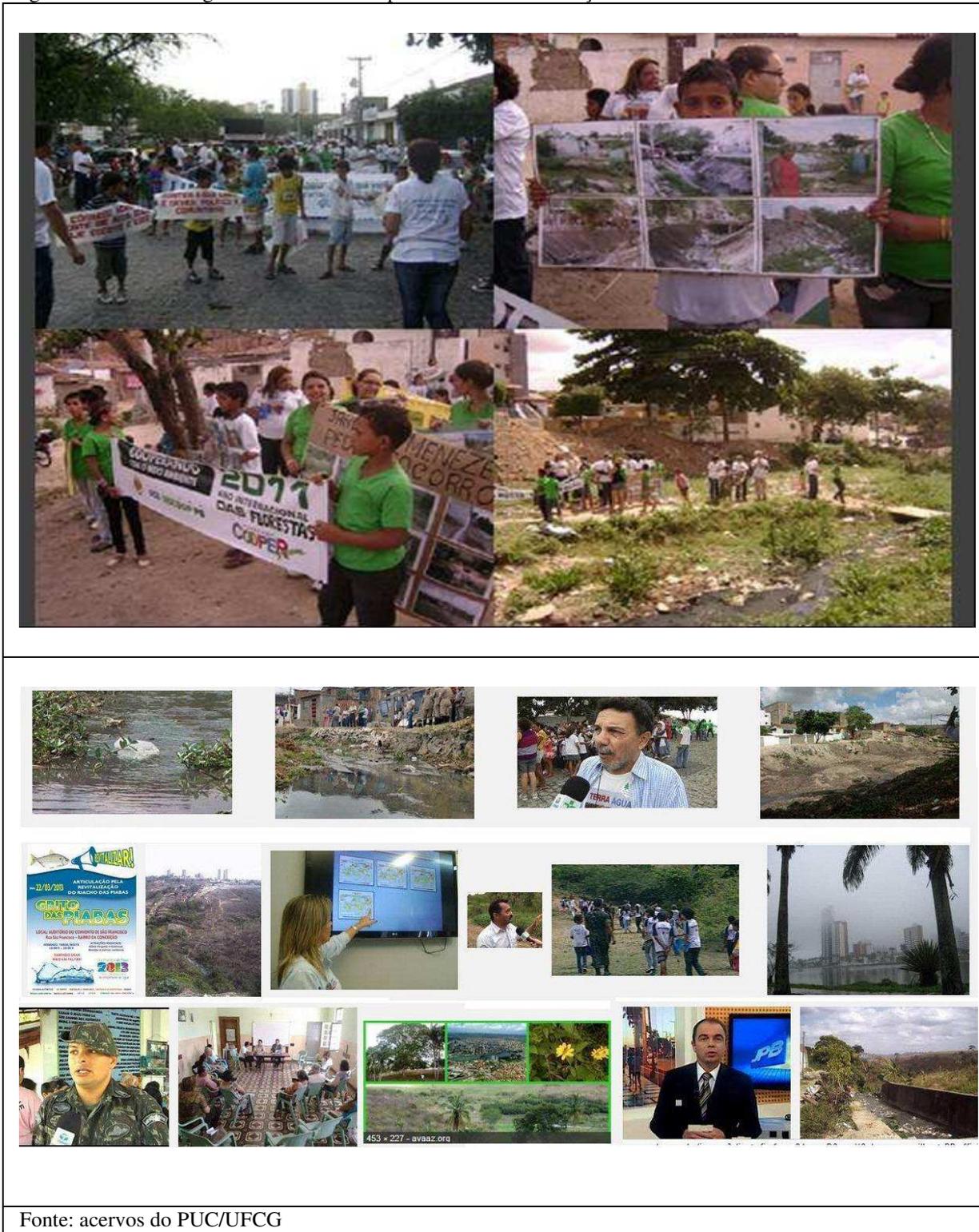
*Mimus saturninus* (Lichtenstein, 1823)



*Tangara cayana* (Linnaeus, 1766)

## 9.5 Memórias da Articulação na mobilização pela Revitalização do Riacho das Piabas

Figura 55 e 56. Montagem de memórias do processo de sensibilização



## 10 ANEXO

### 10.1 – Formalizações PUC/UFCG para suporte técnico a Tese



