

# Avaliação Ambiental dos Recursos Hídricos no Parque Nacional Serra de Itabaiana-Sergipe

H. F. Teles<sup>1</sup>; M. S. Linares<sup>1</sup>; P. A. Rocha<sup>2</sup>; A. S. Ribeiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal da Paraíba, 58051-900, João Pessoa-PB, Brasil  
herlaniateles@hotmail.com

(Recebido em 05 de março de 2012; aceito em 27 de maio de 2013)

O Parque Nacional da Serra de Itabaiana está situado na região agreste sergipano, na transição entre dois biomas de Mata Atlântica e Caatinga, na face leste localiza-se 4 riachos de 3ª ordem que formam a bacia do Jacarecica I. Este estudo avaliou a qualidade ambiental dos habitats dos riachos por meio do Protocolo de Avaliação Rápida, desenvolvido por Callisto *et al* 2002. Na amostragem total registrou 163 pontos que varreu todas as extensões dos quatro riachos. Cada ponto estava equidistantes 100 metros. Os riachos apresentaram vegetação ciliar estratificada, de dossel contínuo e ombrófito de até 25 metros de altura. Nos riachos Coqueiros foram avaliados 32 pontos, Água Fria (42), Negros (33) e, Vermelho 32 pontos. Nos riachos de 2ª ordem, junção do Coqueiro-Água Fria amostrou (13) pontos e Negros-Vermelho (8). O diagnóstico indicou que 91% dos pontos apresentaram condições e estado próximo ao natural, 8% apresentaram alterações intermediárias e 1% tem impactos ambientais que necessitam de recuperação funcional. As alterações foram associadas às atividades de irrigação agrícola, pecuária, desbaste da vegetação para manutenção das linhas de transmissão da CHESF. Avaliou os parâmetros de qualidade de água na estação inverno e verão das variáveis: pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (mg/L e % de saturação), salinidade, sólidos totais dissolvidos, Nitrogênio total e Fósforo total e não encontrou-se diferenças significativas entre os testes para média "t", variância F dentro e entre os riachos ( $p < 0,05$ ), porém os impactos ambientais nos segmentos nos riachos Coqueiro-Água Fria e Negros-Vermelho verificou diferenças significativas, com base nos limites da Resolução CONAMA 357/2005. A qualidade física química da água e a qualidade dos habitats dentro do PARNA Serra de Itabaiana reforça a necessidade de inclusão dos recursos hídricos como um bem sustentável no plano de manejo na gestão dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Protocolo de avaliação rápida; qualidade de habitat; impactos ambientais

## Environmental evaluation of water resources in the National Park of Serra Itabaiana, Sergipe

The National Park of Serra Itabaiana is situated in the ecotone region of Sergipe, in the transition between two biomes: Atlantic forest and Caatinga, the east side is located 4 3rd order streams that form the basin Jacarecica I. This study evaluated the environmental quality of the habitats of streams through the Rapid Assessment Protocol developed by Callisto *et al* 2002. In the total sample recorded 163 points that swept all extensions of the four streams. Each point was equidistant 100 meters. The streams had riparian vegetation stratified canopy and keep ombrófito of up to 25 meters high. The Coqueiro streams were assessed 32 points, Água Fria (42), Black (33), Red 32 points. In 2nd order streams, joint-Coqueiros-Água Fria sampled (13) points and Vermelho - Negros (8) sampled. The diagnosis showed that 91% of the points presented conditions and close to the natural state, 8% had altered intermediate and 1% have environmental impacts that require functional recovery. The changes were associated with agricultural irrigation activities, livestock, thinning of vegetation for maintenance of transmission lines CHESF. Reviewed parameters of water quality in the winter and summer season of variables: pH, conductivity, dissolved oxygen (mg/L and % saturation), salinity, total dissolved solids, total nitrogen and total phosphorus and found no significant differences between tests for average "t" and "F" for variance within and between streams ( $p < 0.05$ ), but the environmental impacts in streams segments Coqueiro-Água Fria and Vermelho - Negros found significant differences based on the limits of resolution CONAMA 357/2005. The physical chemistry of water quality and habitat quality within the Serra PARNA Itabaiana reinforces the need to include water resources as well as a sustainable management plan for the administration of water resource.

Keywords: Rapid Assessment Protocol; Aquatic habitat quality; environmental impacts

## 1. INTRODUÇÃO

O uso de protocolos de avaliação de impactos ambientais de sistemas aquáticos tem auxiliado na valoração da qualidade e serviços ambientais de bacias hidrográficas na região sul e sudeste do Brasil (1,2). Nestes protocolos as avaliações as atividades humanas tais como: a ocupação do solo e uso dos recursos hídricos foram as forças motrizes de pressão e de impacto [1,3].

Os ecossistemas aquáticos tropicais caracterizam-se pela sua rica diversidade de macrofauna e os microinvertebrados e de complexas interações funcionais nos processos de ciclagem da matéria e o fluxo de energia. A diversidade de funções nos ecossistemas aquáticos tropicais não é totalmente esclarecida, devido a complexidade das interações bióticas e abióticas (1, 4).

A inclusão da biodiversidade e serviços dos ecossistemas aquáticos como atributo da qualidade da água passou ser incluído como bem natural e indicador de sustentabilidade, Agenda 21 (2001), porém estes conceitos geraram incertezas em como equacioná-los do ponto de qualidade de vida e bem-estar das comunidades humanas locais, seja para o lazer ou para o consumo, assim a posse da água dos mananciais tem outra dimensão não só ambiental, mas econômica e social [2,5].

Para que haja um manejo sustentável dos recursos hídricos dos pequenos riachos é necessário caracterizar físico-quimicamente não só a qualidade da água, mas também ambiente adjacente ao longo do seu curso, identificando a interação entre eles [5]. Existe um consenso entre especialistas em manejo de recursos hídricos de que o comprometimento de nossas reservas estratégicas aquáticas está associado em geral numa escala ordenada entre o desmatamento para a agricultura e a retirada das matas ciliares, à drenagem de terras alagadas, ao desenvolvimento e ocupação humana, a fontes poluentes de origem industrial, agrícola, e doméstica, ao represamento e canalização, às atividades recreativas, à operação de mineração, a projetos de irrigação e à introdução de espécies exóticas, superexploração de recursos pesqueiros, dentre outras atividades [6].

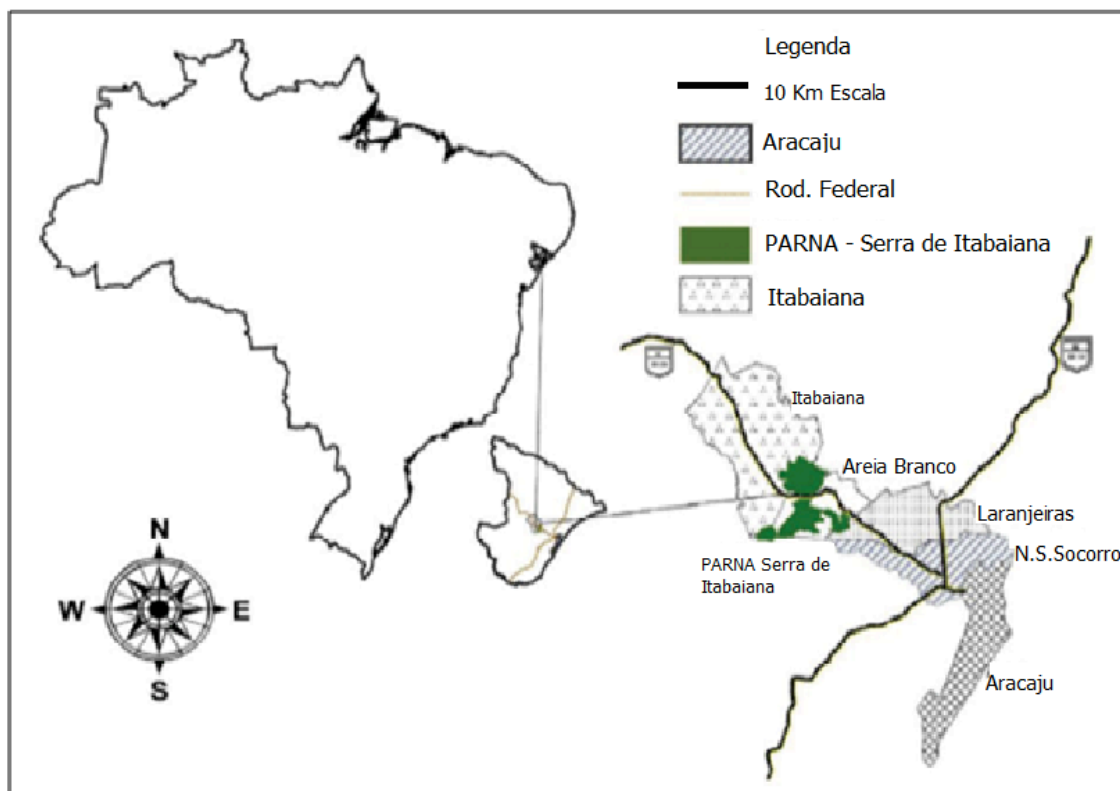
Dada a complexidade dos ecossistemas aquáticos, como avaliar os recursos hídricos além do ponto de vista físico-químico com uma metodologia eficiente que possa reverter este quadro ou ao menos minimizar? Há certa urgência no direcionamento às propostas de um programa nacional de diagnóstico e avaliação rápida dos ecossistemas brasileiros, dada a velocidade em que os ecossistemas estão sendo degradados por atividades humanas e, ao que se prevêem as mudanças climáticas e seus impactos em diferentes escalas [7]. No Brasil, o uso de protocolos de avaliação rápida tem gerado dados e informações relevantes sobre a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas fluviais de pequeno porte e o que se destaca são as necessidades de monitorar continuamente os recursos hídricos para minimizar as ações desestabilizadoras [1,5].

Este estudo propôs uma metodologia de diagnóstico por meio do protocolo de avaliação rápida da qualidade ambiental dos habitats de quatro riachos da bacia do Jacaréica. Estes dados darão subsídios ao plano de gestão e manejo da unidade de conservação, Parque Nacional da Serra de Itabaiana e aos gestores de recursos hídricos da bacia do rio Sergipe.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

O Parque Nacional da Serra de Itabaiana (10°25'15''S; 37°25'15''W) está situado na Mesorregião do agreste sergipano [8], formando um complexo de três Serras sendo que o domo da Serra de Itabaiana está localizado entre os municípios de Areia Branca e Itabaiana com área de aproximadamente 30-40% da área referente ao PARNASI (Figura 1). Os riachos do lado Leste da Serra são perenes e apresentam uma largura média de 1,5 m, cujas águas fluem sobre um afloramento de quartzito maciço, não erosivo, praticamente em toda a sua extensão; as margens são limitadas por terrenos acidentados, com um grau de declividade variando entre 20 e 40% [9].



a1: Figura 1: Mapa da localização do Parque Nacional Serra de Itabaiana-Sergipe. Fonte: Dantas e Ribeiro (2010) [10].

A característica climática da região é de transição entre litoral úmido e sertão semi-árido classificado como megatérmica subúmido na classificação de Thornthwaite, com temperaturas médias de 27°C [11]. A anual na Serra de Itabaiana nos anos 2010 – 2011 foram de 1.047,7 mm/ano, marcada pelas estações inverno e verão que correspondem às médias das evasões das três estações próximas (Ribeira, Jacarecica e Ribeirópolis, Sergipe, Brasil [12]. Os principais riachos da Serra e do PARNASI Coqueiro, Água Fria, Negros e Vermelho encontram-se face Leste também são os principais tributários do Rio Jacarecica e da Barragem do Jacarecica II (Figura 2).

## 2.2 Avaliação Física de Hábitats Físicos

O estado físico dos ambientes e a análise da qualidade ambiental foram avaliados pelo Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) desenvolvido com a finalidade de avaliar a diversidade de habitats em trechos de bacias hidrográficas [1]. A avaliação dos quatro riachos foi realizada no verão de 2011. A avaliação dos quatro riachos foi realizada no verão de 2011. Cada riacho foi dividido em trechos de 100m, totalizando 163 pontos de avaliação do PAR.

Para a quantificação dos elementos orgânicos (restos de galhos, folhas, seixos, cascalhos e areia) do fundo do riacho, foram atribuídos valores em percentuais para cada trecho avaliado.

Segundo Rodrigues (2008)[4], as pontuações finais refletem o nível de integridade ambiental ou o de preservação em geral encontrada nos trechos de riachos estudados. A verificação da similaridade entre os segmentos estudados foi realizada com a aplicação de Teste t Student, no programa Biostat 5.0 [14].

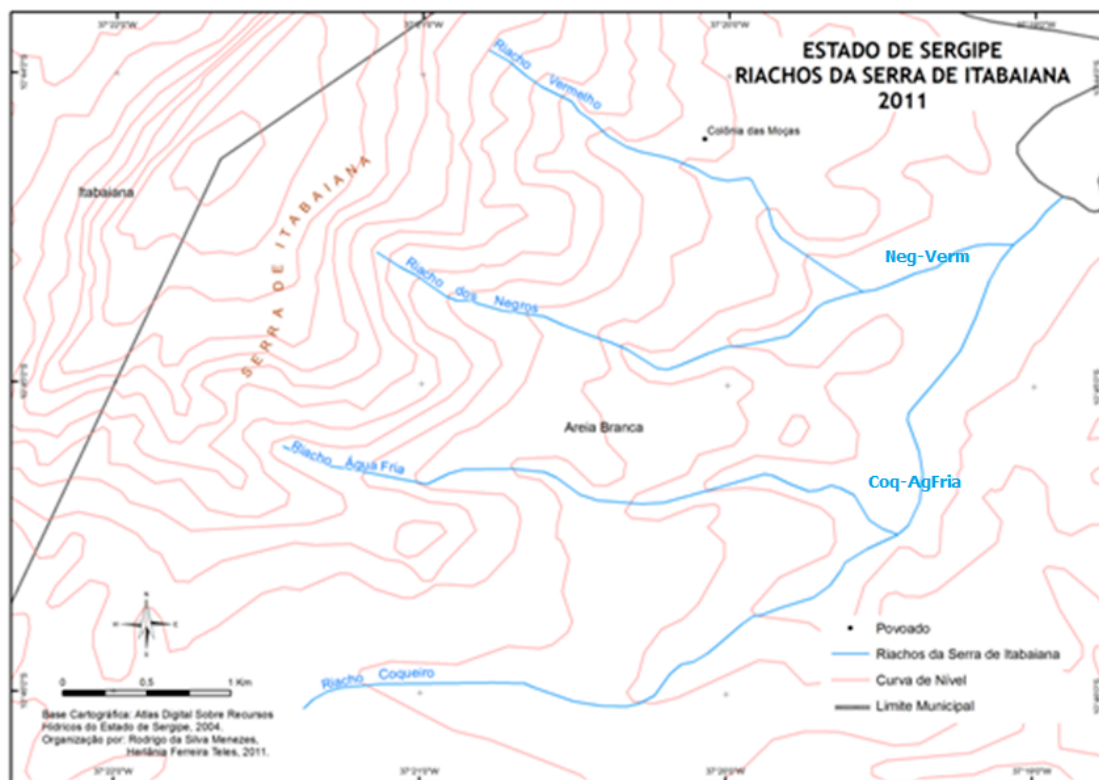


Figura 2: Localização e extensão dos riachos Coqueiro, Água Fria, Negros e Vermelho de terceira ordem segmentos das junções Coqueiro - Água Fria e Negros - Vermelho. Fonte Sergipe, 2010.[13]

### 2.3 Avaliação de Parâmetros Físicos e Químicos

Foram realizadas 12 medições em um ciclo anual: seis no período de inverno e seis no verão para contrastar a sazonalidade climática da região em 2011. Em cada segmento de riacho, os pontos de medições basearam-se no protocolo de avaliação rápida (PAR) foram determinados aleatoriamente (Tabela 1). As mensurações de parâmetros físicos e químicos foram realizadas no inverno (período chuvoso - junho) e verão (período seco setembro) de 2011.

Tabela 1: Localização dos pontos de coleta dos parâmetros físicos e químicos nos segmentos de riachos do Parque Nacional da Serra de Itabaiana.

Ponto de referencia inicial de coleta	Localização
Coqueiro	10°46.027' S, 037°20.360' W
Água Fria	10°45.280' S, 037°19.651' W
Negros	10°44.954' S, 037°20.321' W
Vermelho	10°44.322' S, 037°20.034' W
Coqueiro-Água Fria	10°45.236' S, 037°19.346' W
Negros-Vermelho	10°44.681' S, 037°19.431' W

Os parâmetros físicos e químicos foram mensurados na coluna d'água com auxílio de aparelho portátil (modelo HI9828 Hanna Instruments): sólidos totais dissolvidos (ppm), temperatura (°C), condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), potencial oxi-redox (mV), fosfato total (mg/L), nitrogênio total (mg/L), oxigênio dissolvido (mg/L), pH e salinidade (g/L) e visibilidade zona eufótica (disco de Secchi).

Para a análise dos parâmetros Fosfato total e Nitrogênio total foram coletadas amostras de água na camada superficial do corpo d'água com garrafas plásticas de 500 mL. Estas amostras foram mantidas e conservadas em isopor com gelo e encaminhadas ao laboratório do Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS). O método de determinação do Nitrogênio total pelo processo micro-Kjeldahl e analisado por espectrofotometria automática com ácido isocianídrico, após digestão ácida (Método 4500-Norg), e o Fosforo total foi

analisado por espectrofotometria automática com molibdato de amônio e ácido ascórbico (Método 4500-P) tendo como referencia a ISO 11732 e APHA-AWWA-WEF, 1998.

Os resultados de mensuração dos parâmetros físicos e químicos foram comparados aos limites da resolução brasileira para águas doces (Resolução CONAMA nº 357/2005) [15,16].

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Aspectos fitofisionômicos das matas ciliares

Em todos os riachos foram observados resíduos sólidos dispersos e ou armazenados em sacos plásticos de grande volume. Constatou-se maior presença de resíduos nos finais de semana e feriados, principalmente em locais de banho, a exemplo o Poço das Moças (Negros) e balneário Cosme e Damião (Água Fria), Figura 3a. A atividade de lavagem de roupa é uma tradição local, ocorre dentro da unidade de conservação em dois segmentos Coqueiro, Água Fria e geralmente por pequenos agricultores e residentes da comunidade de Areia Branca durante toda a semana [17]. O uso de alvejantes, sabão em pó e barra entre outros produtos dentro do corpo hídrico foram vistos “in loco” (Figura 3b).

A deposição de lixo no segmento Poços das Moças – Gruta da Serra do riacho dos Negros representou 85% do lixo coletado no Parque, portanto, o fator de maior impacto. O lixo produzido tem uma relação direta com numero de visitantes 85% no poço das Moças, 10% Gruta Vêu-das-Noivas, 5 na Gruta da Serra e > de 1% nas outras localidades. O lixo total produzido durante as visitas foi calculado em 1.358 L para um total de 992 visitantes, estimando-se 1,37 L/visitante, o que equivale em 0,6 a 1,0 kg.pessoa.dia pela média Brasil, considerado alto, uma vez que espera-se que os visitantes vem para uma área de conservação e o lixo está concentrado nos locais destinados a recreação [18]. Este total de lixo aumentaria significativamente se considerasse o entorno. No balneário Cosme e Damião, no entorno da UC, localizado na junção dos riachos Coqueiro - Água Fria encontra-se a numa área degradada de pastagem e com baixa capacidade de resiliência devido à perda de banco de semente no solo, a vegetação tornou-se ruderal. A ocorrência de plantas invasoras e animais domésticos livres devem ser bem avaliados o seu impacto na unidade de conservação. Com base em dados históricos de ocupação da terra na região há registro de atividades agrícolas e pecuária desde 1982, período em que foi criada a Estação Ecológica da Serra de Itabaiana, [19].



Foto A



Foto B

Figura 3: A) Presença de lixo no Balneário Cosme e Damião do Parque Nacional da Serra de Itabaiana; B) Atividade antrópica de lavagem de roupa no segmento Coqueiro – Água Fria. Fotos H. Teles

As alterações no segmento riacho Coqueiro ocorrem na cabeceira onde a CHESF retira a vegetação das linhas de transmissão, em uma área de 10 hectares (1000 m x 1000 m) que foi desmatada. No riacho Vermelho há locais naturais e alterados por atividades humanas, onde foram identificadas as prováveis alterações devido ao uso da água do riacho para irrigação e represamento de água para fins de lazer. Podendo-se constatar “in loco” que a qualidade da água está abaixo do aceitável, pois nesse segmento a água apresenta um forte odor devido ao lixo

doméstico e fezes de gado. O descarte indevido de recipientes agrotóxico também foi identificado no local.

### 3.2 Avaliação de habitats físicos

Em aspectos gerais, os riachos do Parque Nacional da Serra de Itabaiana analisados apresentam bom estado de conservação dentro da Unidade. A mata ciliar está preservada na maior parte das margens dos riachos. Possui diversidade de habitats aquáticos que favorece a colonização das populações de macroinvertebrados bentônicos, e ausência de retilização. No entanto, dois segmentos fora dos limites do PARNASI, junção Coqueiro-Agua Fria e Vermelho, apresentam-se sem cobertura vegetal, substituída por diferentes tipos de pastagens. Há relato da comunidade do entorno sobre a ocorrência de eventos de inundação temporária durante os períodos de chuvas recentes, mas este fato é decorrente do aumento do volume de água na barragem Jacarecica II. Não há estudo do efeito de erosão e assoreamento dos canais nestes dois riachos.

A aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) nos 4 riachos totalizou em 163 pontos de observação percorridos desde as nascentes até a jusante rio Jacarecica I. O segmento mais extenso, riacho Água Fria teve 43 pontos amostrados, seguido do riacho Coqueiro 32 pontos, riacho Negros 32 pontos e 36 pontos no riacho Vermelho. Nas junções dos riachos Coqueiro – Aguafria (Coqagfria) Figura (2) foram amostrados 15 pontos e 4 pontos no Negros – Vermelho (Negverm) respectivamente. As pontuações aferidas nos 163 pontos apontaram que 91% dos pontos apresentaram-se em estágio natural indicando excelente integridade ambiental, 8% estão alterados e 1% impactados.

O riacho Coqueiro-Agua Fria (Coqagfria) dos 15 pontos amostrados oito estavam alterados e dois impactados Figura (4), considerou o riacho com maior índice de impacto ambiental, por outro lado constatou-se que 97% do riacho Água Fria apresentou as melhores condições naturais dentro do protocolo de avaliação da qualidade de habitat.

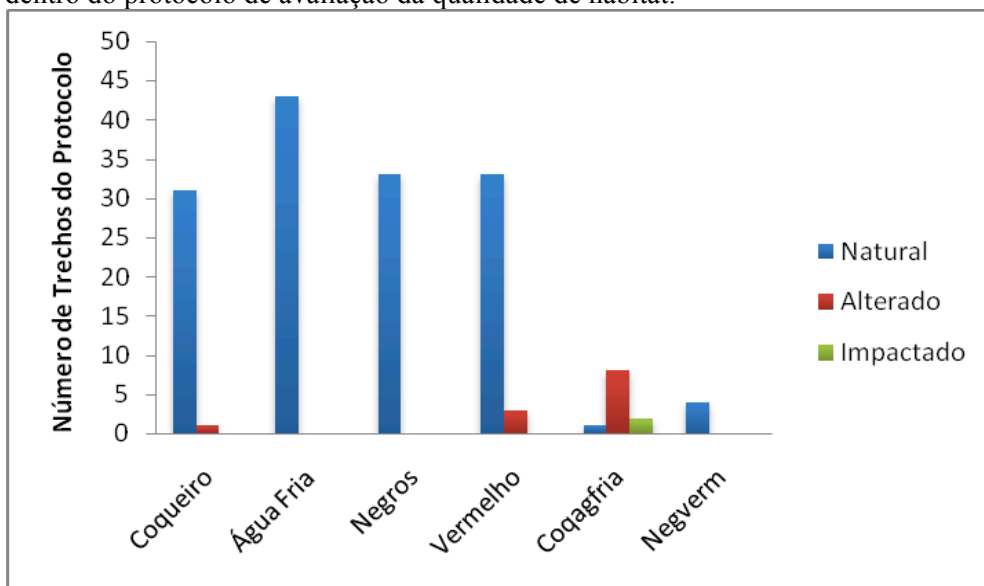


Figura 4: Classificação dos trechos dos segmentos de riachos de acordo com as pontuações estabelecidas no PAR (CALLISTO et al., 2002).

No riacho Coqueiro foram avaliadas quais atividades antrópicas afetam a qualidade do habitat uma vez que no seu entorno há exploração de recursos hídricos, incluindo pastagem, lavagem de roupa, desmatamento para rede elétrica, represamento de água, depósito de lixo, esgoto oriundo de criatório de porcos e gado. Em alguns pontos ocorreu a formação de lama, principalmente argila e silte no leito, o desmatamento da mata ciliar vem assoreando o riacho carreando matéria orgânica do entorno.

O processo de distúrbio dos habitat aquáticos de pequenos riachos inicia-se com assoreamento associado ao desmatamento da vegetação ciliar para fins agrícola, seguido da

agropecuária e pecuária nesta ordem, pode potencializar com a urbanização da bacia hidrográfica [4,8,15] A perda funcional ecossistêmica dos riachos completa-se com lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais. No período de chuvas as flutuações do nível da água aumentam os riscos às populações humanas assentadas no entorno, geralmente associadas a erosões, carreamento e assoreamento dos corpos hídricos [20]. Neste sentido observa-se que esse processo ocorre na bacia do Jacarecica devido ao crescimento urbano da cidade de Areia Branca, a 1,5 km do Parque Nacional.

O resultado deste protocolo aplicado aponta que a maior parte dos riachos nos segmentos estudados apresentou-se em condições naturais. Isso demonstra que as condições ambientais ainda permanecem satisfatórias. Entretanto, os riachos com impacto ambiental severo localizam-se fora dos limites da unidade de conservação. Por outro, uma pequena parcela dos ambientes apresentaram condições alteradas (8%) ou mesmo impactadas (1%). Considerando que os impactos são pequenos sugere-se que esta condição deve ser em decorrência da heterogeneidade espacial das áreas em diferentes altitudes, terrenos acidentados dificultam as ações antrópicas, salientando ainda que os habitats alterados e/ou impactado estão de conservação, ainda que no seu entorno.

O protocolo [1] foi intensamente utilizado na avaliação da qualidade de ambientes aquáticos e de pequenos riachos da bacia hidrográfica do Rio das Velhas (MG) (21,29), verificou-se que em 48% dos riachos os valores do PAR variavam entre 62 a 87 pontos e caracterizados como preservados ou naturais [21]. Pode-se questionar se os pesquisadores de campo foram mais rigorosos ou independentes com o protocolo. O método apresenta dificuldades iniciais pelo volume de informação. Neste estudo testou homogeneidade das respostas, quando três avaliadores atribuíram notas que concordava e discordava o que evitou erros.

As áreas que apresentaram estado de preservação efetiva estão localizadas no curso superior de uma bacia hidrográfica, sendo que, no curso médio e inferior, é comum encontrar áreas menos preservadas, como observado nos pequenos riachos do Paraná e Minas Gerais e, geralmente, estão associados a dificuldade de acesso de pessoas [22]. O uso intensivo do solo para agricultura pecuária e reflorestamento ocupa as preocupações na preservação e recuperação dos riachos.

Na análise de homogeneidade de habitats, utilizou-se o PAR, para explicar as condições atuais. Com a aplicação do teste “t” Student entre os segmentos de riachos observou-se que existe diferença significativa em alguns segmentos, principalmente quando relacionados ao segmento Coqueiro-Água Fria (Tabela 2). Por outro lado, os segmentos Coqueiro, Água Fria e Negros não demonstram diferenças significativas.

Os trechos Coqueiro, Água Fria, Vermelho e Negros apresentaram valores elevados no protocolo (PAR) nos quesitos vegetação ripária, tipos de habitats, ausência ou insignificante presença de lixo, e outros que provavelmente permitem uma maior conservação física dos segmentos. No entanto no segmento Coqueiro-Água Fria há oscilação entre os valores do protocolo, em virtude da retirada de água para irrigação, trechos desmatados, presença de lixo, modificação de algumas características da água como cor e cheiro. No riacho Vermelho há trechos com falta de água o que permitiu a diferenciação medida no PAR quando comparado com os demais segmentos.

Tabela 2: Aplicação do Test *t* entre os segmentos de riachos do PARNASI, grau de liberdade ( $n=2$ ) e nível de significância igual a 0,05 para amostras heterocedásticas.

Segmentos	Coqueiro	Água Fria	Negros	Vermelho	Coqueiro-Água Fria
Água Fria	T=0,27 GL=73 p>0,05				
Negros	T=0,34 GL=52,95 p>0,05	T=0,084 GL=74 p>0,05			
Vermelho	T=3,39 GL=66 p<0,05	T=4,27 GL=77 p<0,05	T=4,44 GL=60,37 p<0,05		
Coqueiro-Água fria	T=10,81 GL=41 p<0,05	T=13,1 GL=52 p<0,05	T=15,28 GL=42 p<0,05	T=8,39 GL=45 p<0,05	
Negros-Vermelho	T=1,44 GL=34 p>0,05	T=1,85 GL=45 p>0,05	T=2,24 GL=35 p<0,05	T=0,07 GL=38 p>0,05	T=5,18 GL=13 p<0,05

O segmento Negros-Vermelho apresenta uma boa conservação dos parâmetros analisados, no entanto, por ser um segmento pequeno de aproximadamente 400 m, é afetado por interferência direta da barragem do Jacarecica II, devido as inundações em épocas chuvosas. Constatou-se “in loco” a presença de aguapés, represamento devido a uma ponte caída, todavia há cobertura vegetal mantém o canal funcional do riacho.

Avaliou-se os índices de similaridade entre os habitat pelo método Simple linkage de Bray-Curtis em que foi usado os valores dos coeficientes de correlação “*t*” Student, ao invés da similaridade de Jackard, e neste caso a similaridade entre os estado e as condições dos habitats foram medidos a partir dos coeficientes de regressão da Tabela (2). Na Figura (5) o dendrograma mostra que o segmento Coqueiro-Água Fria, mesmo com forte similaridade entre os riachos, todavia apresentou similaridade inferior a 50% em relação aos outros riachos, o que indica que os impactos do desmatamento alteraram a qualidade da água e do hábitat.

Com relação aos parâmetros avaliados isoladamente, os que apresentaram diferenças significativas entre os segmentos estudados frizaram bem as características relacionadas com a situação do entorno desses recursos hídricos, comprovando que a proximidade com a zona urbana interfere consideravelmente no equilíbrio dos ambientes. Este fato é marcante no segmento Coqueiro-Água Fria situado próximo à zona urbana do município de Areia Branca.

As modificações no canal podem ser vistas pela presença de diques, aterros, barragens, enroçamentos ou outras formas de estabilização artificial das margens. A retificação de rios, as canalizações ou impermeabilizações geradas pelas obras de engenharia têm como consequência direta a diminuição da área de drenagem das bacias hidrográficas. Em consequência, uma redução considerável na abundância e diversidade de espécies aquáticas. Em áreas com atividades agrícolas e crescimento populacional mal planejado, são nítidas as modificações no canal refletindo uma baixa na qualidade ambiental dos sistemas lóticos [23].

A degradação ambiental no entorno de unidades de conservação é mais evidente com o aumento da exclusão social, onde a população carente busca abrigo e recursos nas áreas de fragilidade ambiental como manguezais, encostas de morros, nascentes e margens de rios, matas ciliares e outros. Na Serra de Itabaiana, inclusive na cidade de Areia Branca, com crescimento urbano sem planejamento ocorre o avanço em direção a base da Serra, intensificando o uso dos recursos naturais locais [24].

É notório que nos trechos identificados como alterados, impactados as atividades antrópicas foram as principais responsáveis pelas instabilidades nas condições naturais. Segundo Tucci (2002) [2], a ocupação urbana desordenada gera vários conflitos e problemas, como degradação ambiental de mananciais, aumento do risco de poluição orgânica e química das áreas de abastecimento, contaminação dos rios por esgotos domésticos, industrial e pluvial, enchentes em



áreas urbanas ocasionadas pela ocupação inadequada do espaço e deficiente drenagem, e falta de coleta e disposição de lixo urbano.

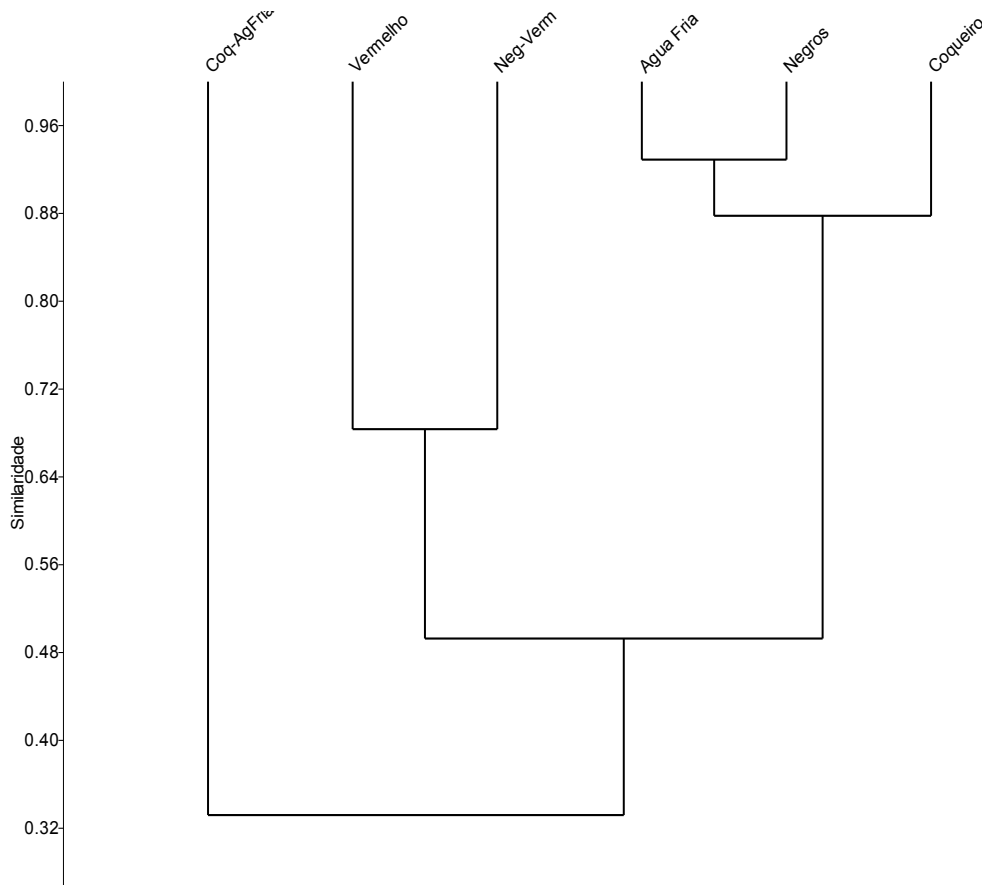


Figura 5: Análise de agrupamento das similaridade Bray-Curtis entre as covariâncias entre riachos do Parque Nacional da Serra de Itabaiana.

### 3.3 Análise de parâmetros físicos e químicos de qualidade de água

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, os riachos do lado leste da Serra de Itabaiana são considerados de águas doces, esses se enquadram no padrão de salinidade inferior a 0,5‰. Os riachos são da classe Especial, ou seja, com destino a abastecimento para consumo humano, com desinfecção; devem preservar o equilíbrio natural das comunidades aquáticas e dos ambientes aquáticos por situarem dentro de uma unidade de conservação de proteção integral. A classificação e a caracterização da água dos diferentes locais de amostragem no geral estão de acordo com os limites definidos pela Resolução, que estabelece os padrões de classificação das águas em doces, salobras e salinas, usos preponderantes das águas e os limites individuais para cada substância em cada classe.

Os parâmetros físicos e químicos observados foram comparados com os padrões de limite apresentados na Resolução CONAMA N° 357/2005 (Anexo 1) e para os sólidos totais dissolvidos (TDS) foi constatado que todos os segmentos estudados apresentaram níveis abaixo do máximo permitido na resolução de 500 mg/L.

A temperatura da água nos segmentos variou de 21,9°C a 24,2°C no período seco, e entre 23°C a 24,8°C no período de chuvas; houve uma diminuição da temperatura no período seco em virtude da ocorrência de fortes chuvas durante o mês de agosto e durante o mês de coleta. No segmento Coqueiro-Água Fria, ocorreram valores elevados das temperaturas nos dois períodos em relação aos demais segmentos 24,2°C (seca) e 23,8°C (chuva). A mata ciliar mantém a

temperatura e umidade, reduz a entrada de poluentes e sedimento na calha principal de um rio favorecendo a manutenção da morfologia do rio e a vida aquática. No segmento Coqueiro-Água Fria quase não existe cobertura vegetal no leito do riacho, permitindo uma grande entrada de luz solar que possivelmente mantém as temperaturas locais elevadas, independente de sazonalidade. [25]

Em relação ao parâmetro de condutividade elétrica (CE), a maioria dos segmentos apresentou baixos valores variando de 45,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 77  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Com exceção do segmento Coqueiro-Água Fria no período de seca com uma condutividade equivalente a 113 $\mu\text{S}/\text{cm}$  e essa condutividade elevada pode ser influenciada por material alóctone, ou seja, maior concentração de nutrientes e ingresso de águas ricas em nutrientes deve estar ocorrendo nesta área [26]. Segundo dados da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental [16] em que níveis superiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indicam ambientes impactados e altos valores podem implicar em características corrosivas da água. No segmento de riacho citado ocorre deposição de sedimento rico em matéria orgânica, originária de chiqueiros de porcos. Esse fato deve contribuir para a elevação da condutividade elétrica em trechos do segmento.

Em duas microbacias no Refúgio da Vida Silvestre Mata do Junco em Capela (SE), através de um levantamento ecológico rápido de qualidade das águas os valores de condutividade elétrica foram baixos (98  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), e os sólidos totais, variaram de 63 a 64 mg/L [27]. Esses valores são compatíveis com os estabelecidos na CONAMA 357/2005 e também com os valores encontrados nesta pesquisa para os riachos da Serra de Itabaiana, e vale ressaltar que ambas as áreas possuem vegetação de Mata Atlântica.

O potencial redox (POR) avalia a capacidade de oxidação ou redução de uma substância ou amostra, no período de chuva, esse potencial apresentou uma elevação do POR nos segmentos coqueiro (234 mV), negros (220,92 mV) e Vermelho (250 mV). E com permanência do valor elevado no período de seca apenas no segmento Negros (205,42 mV). Os demais segmentos estiveram abaixo de 220 mV, independentes do período estudado.

De acordo com as diferenças de potencial oxi-redução positivas medidas entre 200mV e 600mV indicam que há um ambiente fortemente oxidante. Um rio não poluído apresenta condições fracamente oxidantes, por ter quantidades limitadas de oxigênio dissolvido; em situação oposta estão os segmentos citados que tiveram valores em níveis maiores que 200mV. [28]. Esses valores podem ser decorrentes de águas correntes de um local para outro com ações antrópicas de lavagem de roupa, banho e agricultura que possam vir a favorecer poluição nessa época do ano.

Em ambiente lótico, o fósforo total (PT) apresenta o padrão corresponde a 0,1 mg/L. Os resultados dos seis segmentos foram abaixo desse valor, independente de período seco ou chuvoso. Os valores de Nitrogênio total (NT) dos segmentos encontraram-se entre 0,012 mg/L e 3,830 mg/L considerados abaixo do padrão da resolução CONAMA n°357/2005, que é 10,0 mg/L. No entanto para ambientes lóticos, aplicados com a vazão de referência, não deverá ultrapassar 1,27 mg/L após a oxidação do nitrogênio. Em trechos estudados na bacia do Rio das Velhas (MG), os teores de nitrogênio total e fósforo total foram também abaixo do referido na resolução CONAMA n° 357/2005 em todos os trechos [29].

Para o oxigênio dissolvido (OD), o valor mínimo na resolução é de 6 mg/L. Os dados coletados desse parâmetro demonstram que a maioria das amostras de água dos segmentos no período de chuva estão dentro do padrão com valores entre 6,4 e 7,4 mg/L, exceto o segmento Vermelho com 5,4 mg/L. No período de seca, a maioria apresentou valores entre 6,5 e 8,6 mg/L. Por outro lado, os segmentos Coqueiro e Negverm sofreram uma baixa do oxigênio com o nível em 4,2 mg/L. A boa oxigenação dos segmentos pode ser em decorrência da pouca profundidade, locais com trechos que atingem 15cm a 50cm de profundidade facilitam a oxigenação da água [28].

Nos segmentos estudados, a maioria dos trechos possui entre 10 a 50 cm de profundidade, só em alguns pontos há formação de poços a depender da geografia do terreno, mas por possuírem muitos rápidos que facilitam a movimentação das águas repercutindo em maior entrada de oxigênio atmosférico, e também o fato de serem riachos em terrenos inclinados com a correnteza auxiliando o processo de oxigenação da água.

De acordo com os parâmetros adotados pela CETESB 2009 [16] para licenciamento de uso da água dos riachos deve apresentar as seguintes características: O oxigênio dissolvido é fator limitante para a manutenção da vida aquática, e o valor de suporte é específico para cada espécie, mas valores de oxigênio dissolvidos menores que 2 mg/L pertencem a uma condição perigosa para organismos, levam a hipóxia do meio aquático. Os resultados de oxigênio dissolvido obtidos não refletem condições perigosas para a vida aquática nos segmentos estudados. Em relação ao pH (potencial de hidrogênio iônico), os valores aceitáveis na resolução CONAMA n° 357/2005 estão entre 6,0 e 9,0. A maioria dos segmentos não apresentou resultados satisfatórios variando entre 3,8 e 5,9; apenas o segmento coqueiro-água fria esteve dentro do padrão pH=6,6 no período de seca. Isso pode ser atribuído a presença de ácido húmico e coloração escura das águas dos riachos. A formação de riachos sobre solos ácidos podem contribuir para a acidez das águas. Em geral, no Brasil, as águas em solos lóticos tendem a ser neutras ou ácidas [30].

Em relação à salinidade, os segmentos obtiveram valores de seca e chuva com desprezíveis alterações variando entre 0,02 a 0,04‰. Esses valores encontram-se dentro dos estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357, ou seja, com salinidade igual ou inferior a 0,5‰ para águas doces.

#### 4. CONCLUSÃO

O diagnóstico de avaliação rápido aplicado neste estudo mostrou sua eficiência em demonstrar como está a integridade dos habitats aquáticos e suas ameaças no Parque Nacional da Serra de Itabaiana. O método pode ser bem utilizado em outras UCs com sucesso.

Os índices de qualidade ambiental dos quatro riachos da Serra de Itabaiana Coqueiros, Água Fria, Negros e Vermelho foram interpretados como habitats preservados e naturais. Nos segmentos alterados e impactados estão afetados pelas atividades entrópicas representa menos de 9% dos 163 pontos e segmentos dos riachos amostrados. No entorno, a proximidade dos riachos com a zona urbana da cidade de Areia Branca em dois segmentos (1%) constatou-se forte impacto com perda de resiliência da cobertura vegetal, outras atividades humanas tais como: irrigação, pastagem e cultivo de espécies exóticas as quais terão efeitos futuros sobre a biota dos riachos e nos processos sucessionais.

Os parâmetros físicos e químicos da água de qualidade da água para o consumo e funcionamento ecossistêmico dos quatro riachos da Unidade de Conservação apresentaram indicadores de qualidade da água de bom a ótima em todas variáveis medidas. O que corrobora com qualidade dos habitats preservados e naturais.

Concluimos que o bom estado de conservação da vegetação ciliar riachos e a qualidade da água para consumo da fauna e humana estão preservados, e que há pequenas ameaças no entorno da Serra de Itabaiana. Os riachos do Parque Nacional, em especial o Negros, possuem um imensurável valor simbólico hedônico para os visitantes e as comunidades do entorno, mas devido às precariedades estruturais da UC federal devido a falta de um controle e do uso dos recursos hídricos, a falta de plano de gestão e manejo põem em risco a sua sustentabilidade futura.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos revisores externos “ad hoc”, Ao Programa de Desenvolvimento Meio Ambiente, Ao Marleno (chefe da PARNA-Serra de Itabaiana, Aos colegas do Laboratório de Biologia da Conservação da Universidade Federal de Sergipe e Laboratório de Ecologia de Bentos da Universidade Federal de Minas Gerais.

- 
1. CALLISTO, M., FERREIRA, W. R., MORENO, P., GOULART, M.; M. PETRUCIO, Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Revista Acta Limnologica Brasiliense*, Minas Gerais, v. 14(1), p. 91-98, (2002).

2. TUCCI, C. E. M., BENETTI, A.; F. BIDONE, (Org.). O meio ambiente e os recursos hídricos. In: *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, (2000).
3. KRUPKEK, A. R. Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. *Revista Ambientia*, Guarapuava, v. 6, (1), p.147 – 158, (2010)
4. RODRIGUES, A.S.L. *Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres do cerrado*. 2008. 146f. Tese (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, (2008).
5. MINATTI-FERREIRA, D.D.; A.C, BEAUMORD. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos. *Revista Saúde Ambiente*, v. 7(1),p. 39-47, (2006).
6. BAPTISTA, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M.; BUSS, D. F.; J. L NESSIMIAN. Spatial and temporal organization of aquatic insect assemblages in the longitudinal gradient of a tropical river. *Brazilian Journal of Biology*, v. 61,(2), p. 295-304, (2001)
7. FONSECA, G.A.B. Proposta para um Programa de Avaliação Rápida em âmbito nacional. In: GARAY, I.; DIAS, B. (Orgs.). *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais*. Petrópolis: Editora Vozes, , p.150-156, (2001)
8. BOTELLI, A. A. K. O uso de plantas medicinais na comunidade do entorno do Parque Nacional Serra de Itabaiana: a (des/re) construção do saber tradicional. 2010. 114f. Tese (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, (2010).
9. ADEMA – Administração Estadual do Meio Ambiente. *Avaliação Dos Recursos Naturais Renováveis das Micro Bacias Coqueiro, Ribeira, Pau-Grande, Água-Fria, Poxim e Pitanga*. Aracaju,(1985)
10. DANTAS, T. V. P.; A. S. RIBEIRO. Caracterização da vegetação do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe – Brasil. *Biotemas*, v. 23 (4),p. 9-18, (2010)
11. RADAMBRASIL. Folha SC 24/25 Aracaju/Recife; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Vol. 30, *Levantamento de Recursos Naturais*, Departamento Nacional de Produção Mineral-Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro 839p + mapas, (1983)
12. COHIDRO – *Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe*. Disponível em: <<http://www.cohidro.se.gov.br/>> Acesso em: 25 nov 2011
13. EMDAGRO – *Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe*. Disponível em: <<http://www.emdagro.se.gov.br/>>. Acessado em: 17 nov 2011
14. AYRES - JÚNIOR, M., AYRES, D.L.; A.A. SANTOS. *BIOESTAT Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas*. Ong. Mamiraua. Belém, PA (2007)
15. CONAMA - Conselho Nacional Do Meio Ambiente. *Resolução N° 357, De 17 De Março De 2005*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>> Acessado em: 19 nov 2011.
16. CETESB 2009 *Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2009* <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf>. Acessado maio 2013.
17. SOBRAL, I.S., R.K.O., SANTANA, L.J GOMES, M. COSTA., G.T.RIBEIRO.; J.R.SANTOS. Avaliação dos impactos ambientais no Parque Nacional da Serra de Itabaiana – SE. *Caminhos da Geografia*. v.8,(24), p.102 – 108, (2007)
18. SANTOS, C. S. dos. *Tipificação do lixo visando estratégias de educação ambiental no parque nacional serra de Itabaiana*. 2006. 49f. Monografia - Departamento de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2006
19. CUNHA, J. C. S. *Serra de Itabaiana: potencial biogeográfico e perspectiva para preservação e conservação*. Aracaju: Estação Ecológica Serra de Itabaiana-Sergipe-IBAMA, (1993)
20. BERNHARDT, E. S.; PALMER, M. A.; ALLAN, J. D.; ALEXANDER, G.; BARNAS, K.; BROOKS, S.; CARR, J.; CLAYTON, S.; DAHM, C.; FOLLSTAD-SHAH, J.; GALAT, D.; GLOSS, S.; GOODWIN, P.; HART, D.; HASSETT, B.; JENKINSON, R.; KATZ, S.; KONDOLF, G.M.; LAKE, P.S.; LAVE, R.; MEYER, J.L.; O'DONNELL, T.K.; PAGANO, L.; POWELL, B.; E SUDDUTH. Synthesizing U.S. river restoration efforts. *Science*, Durham, v. 308, p. 636-637, 2005
21. FERREIRA, W. R.; PAIVA, L. T.; M. CALLISTO., Índice biótico bentônico no biomonitoramento da bacia do Rio das Velhas. *Anais XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. (2009) Minas Gerais. Disponível em: <[http://www.manuelzão.ufmg.br/assets/files/biblioteca\\_virtual/Wander](http://www.manuelzão.ufmg.br/assets/files/biblioteca_virtual/Wander)>
22. VESTENA, L. R.; E. L. THOMAZ. Avaliação de conflitos entre áreas de preservação permanentes associadas aos cursos fluviais e o uso da terra na bacia do Rio das Pedras. *Revista Ambientia*, Guarapuava, v.(2), n. 1, p. 73-85, (2006)
23. PALMER, M. A.; BERNHARDT , E.S.; ALLAN, J. D.; LAKE, P.S.; ALEXANDER, G.; BROOKS, S.; CARR, R.; CLAYTON, S.; DAHM, C. N.; FOLLSTAD SHAH, J.; GALAT, D. L.; LOSS, S. G.; GOODWIN, P.; HART, D.D.; HASSETT, B.; JENKINSON, R.; KONDOLF, G.M.; LAVE, R.;

- MEYER, J.L.; O'DONNELL, T.K.; PAGANO, L.; E. SUDDUTH. Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology*, v. 42, (2), p. 208-217, (2005)
24. MENEZES, L. C. *Uso sustentável da Serra de Itabaiana: Preservação ou Ecoturismo?* 2004. 189f. Tese (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, (2004)
25. SILVEIRA, M. P. *Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios*. Jaguariúna: EMBRAPA, (2004)
26. ROCHA, S. M.; R. P. PIVELI. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de poluição na represa do Guarapiranga – São Paulo – Brasil. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental – São Paulo, São Paulo: (1999)
27. FERREIRA, W. R.; LIGEIRO, R.; OLIVEIRA, D.; FRANÇA, J.; RODRIGUES, L.; SOUZA, B.; OLIVEIRA, D.; RIBEIRO, A.; M. CALLISTO, Aplicação de um índice multimétrico bentônico no levantamento ecológico rápido da qualidade das águas em duas micro-bacias no RVS Mata do Junco, Capela, SE. III Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe - Aracaju, Sergipe: (2011)
28. FIORUCCI, A. R.; E. BENEDETTI FILHO, A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. *Revista Química Nova na Escola*, v. 22, p. 10-16, 2005.
29. PAZ, A.; MORENO, P.; ROCHA, L.; M. CALLISTO. Efetividade de áreas protegidas (APs) na conservação da qualidade das águas e biodiversidade aquática em sub-bacias de referência no rio das Velhas (MG). *Neotropical Biology and Conservation*, v.3, p. 149-158, 2008.
30. MAIER, M. H. Considerações sobre características limnológicas de ambientes lóticos. *Bol. Inst. Pesca*, v.5, p. 75-90, 1978

Anexo: Parâmetros físico-químicos dos segmentos de riachos da serra de Itabaiana-PARNASI, nos períodos de chuva e seca e os padrões estabelecidos pela resolução CONAMA nº357 de 2005.

Parâmetros físico-químicos	S. Coq.		S. Agfria		S. Negros		S. Vermelho		S. Coqagfria		S. Negverm		CONAMA
	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	chuva	seca	
Sólidos Totais Dissolvidos (ppmtds)	38,8	34	23,6	23	27	28,6	24	29	31,8	56,4	24	26,4	< 500
Temperatura (°C)	23,72	21,98	23,02	23,18	24,86	22,1	24,79	21,8	23,83	24,27	23,52	22,64	–
Condutividade Elétrica (µS/cm)	77	73,8	47,4	45,4	55	57	48,8	57	63,6	113	47	54,6	< 100
Potencial Óxido-Redução (mV)	234	16,48	146,16	54,12	220,92	205,42	250	129,62	73,76	36,44	141,68	96,84	≤ 220
Fosfato Total (mg P/L)	0,033	0,01	0,01	0,01	0,033	0,01	0,033	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,1
Nitrogênio Nitrato (mg/L-1)	0,015	ND	0,012	ND	0,029	ND	0,015	0,034	0,776	3,83***	0,047	0,04	≤ 2,18
Oxigênio Dissolvido (mg/L-1)	7	4,23	7,428	6,518	6,41	8,12	5,432	8,154	7,21	8,6	7,362	4,242	≥ 6
pH	4,138	3,802	4,418	5,364	4,138	3,888	4,254	4,474	5,966	6,63	4,262	4,348	6,0 - 9,0
Salinidade (g/L)	0,038	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,032	0,048	0,02	0,02	≤ 0,05