

AVALIAÇÃO VISUAL DE RIOS URBANOS: METODOLOGIA E APLICAÇÃO
VISUAL EVALUATION OF URBAN RIVERS: METHODOLOGY AND APPLICATION
LA EVALUACIÓN VISUAL DE LOS RÍOS URBANOS: METODOLOGÍA Y
APLICACIÓN

André Luís Demuner Ramos
Universidade Federal do Espírito Santo
andre_demuner@hotmail.com

Marcus Vinicius Oliveira Sartório
Universidade Federal do Espírito Santo
marcus.sartorio@gmail.com

Miguel Chaves Saldanha
Universidade Federal do Espírito Santo
msaldanha.geo@gmail.com

André Luiz Nascentes Coelho
Universidade Federal do Espírito Santo
alnc.ufes@gmail.com

Resumo:

A bacia hidrográfica do Rio Jacuném, no Município da Serra – Espírito Santo é um exemplo de recorte geográfico apropriado pelo meio urbano e com características rurais, onde se observa um intenso processo de ocupação e conseqüentemente a degradação dos elementos naturais. Esse processo se caracteriza por uma constante dialética entre o social e o natural, e é compreendida nas palavras de Ashmore (2015) como: "*uma co-produção sócio-natural*". Dessa forma, este artigo realiza uma análise a partir do inventário de avaliação visual das condições de rios tropicais urbanos proposto por Schlee, Baptista e Tamminga (2007), correlacionando-o com aspectos da dinâmica social e transformação da paisagem natural na bacia em estudo. O inventário foi adaptado às condições geomorfológicas específicas da dinâmica dos rios do litoral do Estado a fim de avançar sobre as questões próprias dos ambientes costeiros. A integração das informações levantadas em campo definiram diferentes tipos de respostas da natureza frente à ação antrópica. A análise apresenta uma significativa importância para os estudos fluviais que tangem os ambientes de interface com áreas urbanas. Neste sentido, o inventário apresentado corresponde a uma ferramenta de suporte para o diagnóstico, análise dos processos de modificação da natureza e planejamento ambiental.

Palavras-Chave: Rios Urbanos, Avaliação, Geomorfologia

Abstract:

The hydrographic basin of the Jacuném river, in the municipality of Serra-Espírito Santo, Brazil is an example of an appropriate geographic clipping by the urban environment and with rural characteristics, where an intense occupation process is observed and consequently the degradation of the natural elements. This process is characterized by a constant dialectic between the social and the natural, and is understood in the words of Ashmore (2015) as "*a socio-natural co-production*". Thus, this article seeks to produce an analysis from the inventory of visual evaluation of the conditions of urban tropical rivers proposed by Schlee, Baptista and Tamminga (2007), correlating it with aspects of the social dynamics and

transformation of the natural landscape in the basin under study. The inventory was adapted to the specific geomorphological conditions of the rivers dynamics of the Capixaba coast in order to advance on the specific issues of the coastal environments. The integration of the information collected in the field defined different types of responses of the nature to the anthropic action. The analysis presents a significant importance for the fluvial studies that touch the interface environments with urban areas. In this sense, the presented inventory corresponds to a tool of support for the diagnosis, analysis of the processes of modification of the nature and environmental planning.

Keywords: Urban Rivers, Evaluation, Geomorphology

Resumen:

La cuenca hidrográfica del río Jacuném, en el municipio de Serra-Espírito Santo, Brasil es un ejemplo de recorte geográfico apropiado por las características urbanas y rurales, donde un intenso proceso de ocupación en consecuencia, la degradación de los elementos naturales. Este proceso se caracteriza por una constante dialéctica entre lo social y lo natural y está compuesto por las palabras de Ashmore (2015) como: "*una coproducción socio natural*". Por lo tanto, este artículo realiza un análisis del inventario de evaluación visual de las condiciones de los ríos tropicales urbanos propuestos por Schlee, Baptista y Tamminga (2007), correlacionando con los aspectos de la dinámica social y transformación del paisaje natural en la cuenca bajo estudio. El inventario fue adaptado a condiciones geomorfológicas específicas a la dinámica de los ríos de la costa del Estado a fin de avanzar en sus propios problemas de medio ambiente costero. La integración de la información recopilada en el campo definido diferentes tipos de respuestas de la naturaleza frente a la acción humana. El análisis presenta una gran importancia para los estudios del canal abarcan los entornos de interfaz urbano. En este sentido, el inventario presentado corresponde a una herramienta de apoyo para el diagnóstico, análisis de los procesos de modificación de la naturaleza y planificación del medio ambiente.

Palabras clave: Ríos urbanos, la evaluación, Geomorfología

INTRODUÇÃO

É muito comum em grandes e médias cidades brasileiras ocorrer o crescimento desordenado devido a um rápido desenvolvimento da malha urbana em áreas impróprias para edificações ao mesmo tempo em que as relações sociais presentes nestas apresentam comportamentos ligados à degradação ambiental (OLIVEIRA JORGE, 2011). Acompanhados a esse crescimento, são claras as modificações na paisagem urbana, sobretudo nas metrópoles, onde se observa o equilíbrio ambiental mais profundamente afetado.

Devido ao grande crescimento populacional e a alta demanda de recursos naturais, a gestão da água tem sido um grande desafio para a humanidade. Conforme descrito por Gregory (2006), a humanidade desempenhou ao longo da história mudanças profundas nos canais dos rios e segundo o autor o olhar para entender esta temática requer um olhar e abordagem holística.

No Brasil, as mudanças nos canais dos rios têm sido aceleradas, nas últimas décadas, pelas políticas de desenvolvimento do país e pela desordenada atuação antrópica, em especial

nas áreas urbanas. Sem dúvida, as extremas mudanças no uso da terra têm influenciado em alterações da dinâmica fluvial, fornecendo maior volume de vazão e/ou carga excessiva de sedimentos para os rios e canais (CUNHA, 1994; 2003 e 2013).

A sub-bacia do rio Jacuném compreende uma dessas paisagens em que a ação do homem como agente modelador atuou através do processo de urbanização, alterando de forma sistêmica o funcionamento da sub-bacia e dos elementos ali presentes.

A problemática que envolve os rios urbanos bem como a geomorfologia implicada, como ressaltado por Ashmore (2015), não deve mais ter base nos conceitos “puros” advindos das ciências naturais. Tais questões perpassam por uma dimensão complexa da humanidade: a sociedade. Cabe ressaltar que as ações antrópicas são descritas na teoria clássica da geografia física de Bertrand (1972) como uma dimensão de transformação da paisagem definitivamente diferenciada do espectro natural de funcionamento dos sistemas pré-estabelecidos (biótico e abiótico), porém, não esgota a complexidade da dimensão social sobre os sistemas naturais.

Diante desta relação dialética estabelecida entre o social e o funcionamento dos sistemas naturais destaca-se a contribuição de Ashmore (*op. cit.*) sobre os rios aos quais na maioria dos casos devem ser compreendidos como uma *‘hybridco-productionsocio-natures’* nas palavras do autor. Trata-se de uma proposta holística e metodológica denominada sociogeomorfologia, uma abordagem que evidencia o quão complexo e interdisciplinar é a problemática a cerca de rios urbanos.

Com base na metodologia supracitada, o presente artigo tem como objetivo propor e aplicar um inventário de avaliação visual das condições de rios urbanos (anexo 1), correlacionando-o com aspectos da dinâmica social e dos processos de modificação da paisagem na sub-bacia do rio Jacuném no Município da Serra no Estado do Espírito Santo.

Além das questões atribuídas pela referida bibliografia, este artigo trata também de questões próprias dos rios urbanos em ambientes costeiros, adaptando o inventário para esta realidade com emprego de geotecnologias de SIG, Sensoriamento Remoto e GPS de navegação. Nesta pesquisa, com intuito de se avançar sobre esta perspectiva integrada citada por Gregory (2006) e Ashmore (2015), a avaliação da sub-bacia do rio Jacuném requer também um olhar sobre o contexto histórico e cultural do município da Serra.

Transformações da Área de Estudo

O histórico marcante de alteração na paisagem urbana do município de Serra inicia-se após os anos 1970. Essas transformações se justificam pelas mudanças ocorridas no território, decorrentes da industrialização que se verificou não somente em Serra, mas em outros locais do Espírito Santo, pelos chamados “Grandes Projetos Industriais”. Neste período também a

população do Estado se torna majoritariamente urbana, com intensa migração da população rural para trabalhar nos citados projetos além de uma parcela significativa de migrantes de outros estados se concentrarem na Região Metropolitana da Grande Vitória, e principalmente em Serra (FERREIRA, 2015).

Assim, tem-se na década de 1970 a implantação do Centro Industrial da Grande Vitória I e II (CIVIT I e II), juntamente com o Polo de Tubarão (Arcelor Mittal e Vale) no município de Serra. O CIVITs I e II se configuram como sendo os primeiros distritos industriais do Estado, desenvolvidos pela Superintendência dos Projetos de Polarização Industrial, representando um importante papel no aumento da população, principalmente de áreas urbanas na Serra nessa década e nas seguintes. Atualmente o município ainda apresenta uma forte característica industrial, porém, vem enfrentando uma onda de especulação imobiliária que visam além de condomínios fechados a implantação de bairros industriais (PMS-PDM 2012), com impactos substanciais nos rios urbanos.

Serra é atualmente o município com maior população do Estado segundo dados do IBGE (2016), estimada em 494.109 habitantes. Nesse contexto, a sub-bacia hidrográfica do rio Jacuném está inserida na porção centro-sul do município, uma das principais áreas de desenvolvimento industrial e habitacional compreendendo 31 bairros (Figura 1). A sub-bacia em questão faz parte de um sistema fluvial maior que corresponde a bacia do rio Jacaraípe, que ocupa aproximadamente 37% do município de Serra.

Até o início da década de 70 a bacia hidrográfica do Rio Jacuném era tipicamente rural. O processo de urbanização rápida, sem nenhuma preocupação ambiental, atribuiu grandes modificações na superfície da terra, alterando o escoamento de águas superficiais. Ao mesmo tempo, houve assoreamento e estreitamento do leito dos rios, devido, entre outros fatores, a obras executadas irregularmente nas suas margens e dentro do próprio curso d'água (PMS, 2014).

Porções expressivas dos cursos da bacia do rio Jacuném encontram-se em fundos de vale bem demarcados devido às características geomorfológicas dos tabuleiros da formação barreiras.

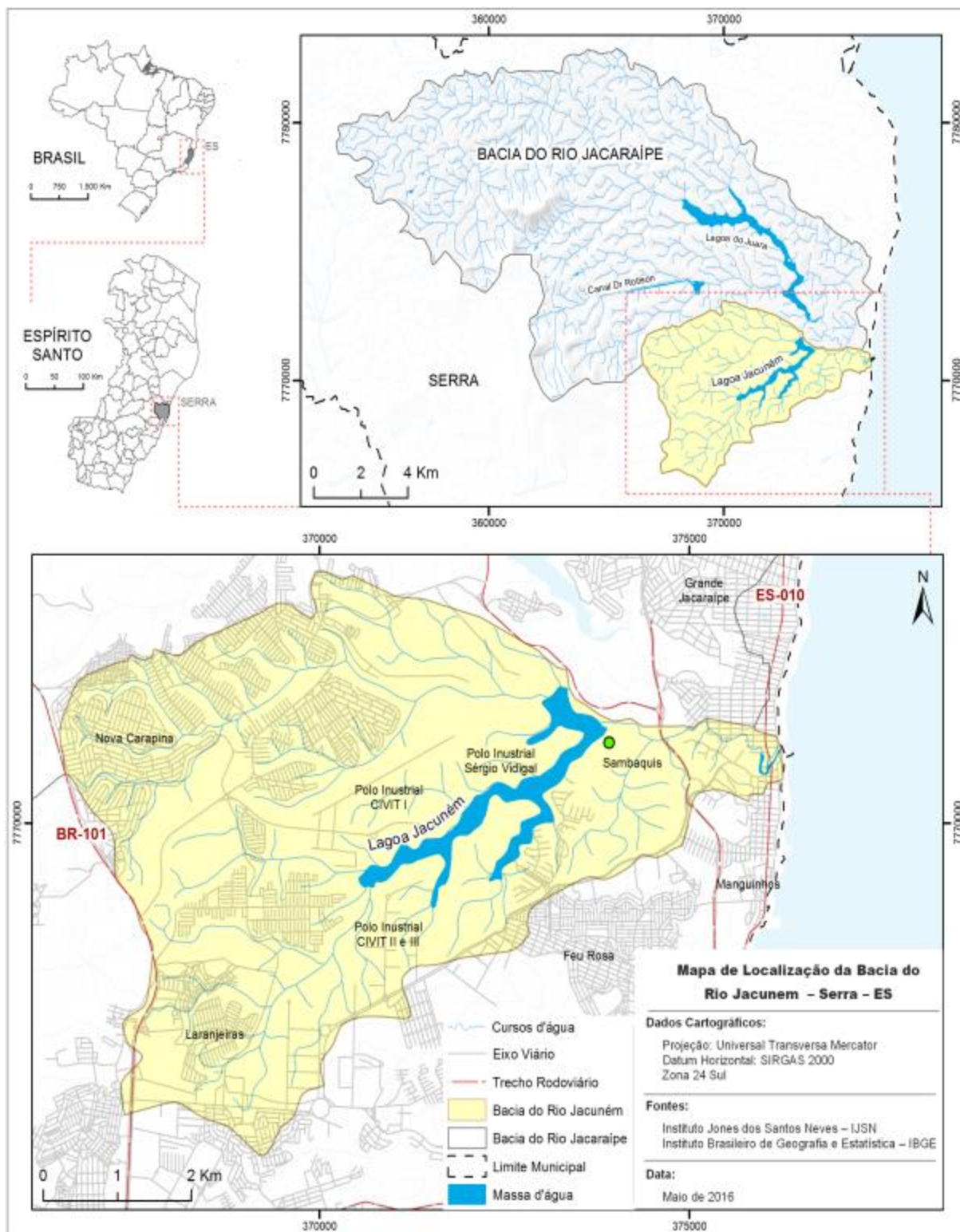


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do Rio Jacuném no Município de Serra – ES

As construções industriais e habitacionais localizam-se principalmente sobre os platôs entre os cursos d'água, porém, em determinadas situações é possível encontrar moradias subnormais inseridas dentro do curso d'água, realidade vista ao longo do rio Jacaraípe, e a ocupação das áreas de fundo de vale a exemplo do bairro de Nova Carapina.

Este cenário reflete não somente na descaracterização dos sistemas fluviais, mas também expõe a população a uma situação de risco frente a deslizamentos de terra e a

inundações. Do ponto de vista da organização hídrica, a cabeceira dos principais rios que formam a sub-bacia encontram-se a oeste, próximos à BR-101, correndo para leste em direção ao Oceano Atlântico, confluindo até se encontrar com o rio Jacaraípe a 1500 metros da foz.

O rio Jacuném (canal principal) é responsável não só pelo escoamento das chuvas da bacia para o mar como também pela entrada de água salgada na lagoa, ou seja, quando chove o nível d'água da lagoa sobe e o excesso é escoado pelo rio até restabelecer o equilíbrio com o nível do mar e recomeçar o processo de fluxo e refluxo das marés para a lagoa através do rio.

Atualmente o processo de assoreamento é tão significativo que a água do mar não chega mais à Lagoa Jacuném pelo fato do nível desta ter se mantido muito acima de seu ponto de equilíbrio natural, não havendo renovação da água que está com níveis de oxigênio muito baixos para sustentar grandes populações de vida aquática (PMS, 2014).

BACIA HIDROGRÁFICA (FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA)

Estudo de bacias hidrográficas possibilita indicar as potencialidades, as limitações e a ecodinâmica dos sistemas ambientais, definindo sua capacidade de suporte e identificar impactos que têm afetado os sistemas ambientais (ROCHA, 2011).

Nas palavras de Leonardi e Cançado (2005) atualmente, o conceito de bacia hidrográfica tem sido usado de maneira mais sistêmica, envolvendo elementos que vão além da própria estrutura da bacia, principalmente quando considerado a ação humana e as estruturas biofísicas que a compõe. Essa definição parte inicialmente de uma concepção mais abrangente da bacia, onde o clima, vegetação, solo, fauna e as relações sociais, são considerados elementos que se relacionam entre si, formando um sistema integrador.

Chistofolletti (1996) refere-se à bacia hidrográfica como uma unidade funcional integrativa para a análise da dinâmica geomorfológica. Com essa visão integrada, os canais situados nos fundos dos vales refletem o estado de equilíbrio ou de degradação da bacia hidrográfica. Isso significa que mudanças no uso da terra dentro da bacia de drenagem, a exemplo do processo de urbanização, resultam em mudanças no processo dos canais acrescidas pelas obras de engenharia, como controle das águas, por barramentos, canalização do fluxo, pontes, etc.

A organização e estruturação da paisagem, no que tange ao uso da terra, usualmente produzem efeitos ambientais. Tais efeitos, atualmente apontam a degradação dos recursos naturais, sobretudo os renováveis, produzindo impactos socioambientais das mais variadas etiologias. Isto provoca, por exemplo, a diminuição da qualidade ambiental, que revela relação direta com o estado de conservação da vegetação.

Tomando-se por base as características geoambientais e as intervenções das atividades humanas modificadoras das paisagens, é possível avaliar o grau de modificação das condições ambientais nas bacias. Assim, os tensores desencadeadores de problemas ambientais são de ordem natural e/ou socioeconômica provenientes da ocupação e do uso desordenado dos recursos naturais (ROCHA, 2011).

Mudanças nos Sistemas Fluviais

As intervenções sobre as bacias hidrográficas pela ação antrópica podem ocorrer em diferentes níveis de degradação atingindo desde a estrutura biológica de um determinado canal até modificações morfológicas a partir de canalizações e impermeabilizações no canal. Essas últimas, com maior destaque pela magnitude das alterações, são classificadas como de maior nível de degradação tendo em vista que afetam o funcionamento da bacia hidrográfica e são de difícil reversibilidade (TANAGO; JALÓN apud CUNHA, 2013, p.71).

De acordo com Cunha (2013), diversos autores têm estudado as alterações nos cursos d'água nos últimos 50 anos e apontado alterações não somente nos canais, mas também na qualidade da água. Alterações estas que podem atingir larga abrangência espacial e afetar tanto a bacia hidrográfica quanto as populações que dependem desses sistemas fluviais.

Nesse sentido, é importante conhecer as mudanças que se processaram nos ambientes dos canais no passado, no presente, e que poderão ocorrer no futuro, causadas pelas atividades humanas, a fim de que seja possível compreender as formas dos canais e as interações dos processos. Isso se faz necessário porque às vezes é preciso aproximações geomorfológicas de um longo período para revelar a natureza de algumas mudanças e a resposta que o canal apresentará diante de certas administrações e obras de engenharia (CUNHA, 2008).

Para Cunha (op. Cit.) na gestão fluvial é importante levar em conta não somente o total de mudanças que possam ocorrer, mas, também, a natureza e a localização exata de tais mudanças a partir da cartografia de detalhe. Os ajustes/adaptações do canal devido à atividade humana podem ser de diferentes tipos e espacialmente descontínuos. No caso específico bacia do rio Jacuném, a urbanização resulta em uma variabilidade na forma do canal; e, para desenvolver estratégias para o seu gerenciamento faz-se necessário, além de quantificar as mudanças, caracterizá-las e precisar suas localizações – o que pode ser facilitado com a utilização de um inventário na forma de questões para avaliação da situação dos rios.

METODOLOGIA

O levantamento do material referencial utilizado foi efetivado por meio de consultas, leituras e seleção de bibliografias relacionadas à temática em estudo, bem como de pesquisa às bases de informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisas complementares foram realizadas ao longo de todo o trabalho.

Para a confecção dos mapas foi realizado um levantamento de material cartográfico disponibilizado gratuitamente nos sites do Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN (2013) (disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/>>) e IBGE (2016) (disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>). Os pontos de análise foram coletados com GPS, e posteriormente manipulados com a ferramenta ArcGIS 10.4 TM (ESRI, 2016). Todos os dados foram padronizados para Sistema UTM (Universal Transversa Mercator) com datum de referência SIRGAS 2000, Zona 24S.

A metodologia deste trabalho está pautada na adaptação/refinamento de um inventário de avaliação visual proposto por Schlee, Baptista e Tamminga (2007), acrescido do uso de Geotecnologias como SIG, SR e GPS de Navegação em plataforma Android (com erro máximo de 3 metros). O inventário foi desenvolvido pelos autores a partir de parâmetros inter cruzados de dois inventários utilizados em rios norte-americanos e europeus, respectivamente: o Stream Visual Assessment Protocol (SVAP), desenvolvido pelo USDA (1998), e o Riparian Channel and Environmental Inventory for Streams in the Agricultural Landscape (RCE), desenvolvido por Petersen (1992).

O inventário baseia-se em indicadores visuais que permitem avaliar qualitativamente as condições ambientais de diferentes segmentos de um determinado rio inserido na bacia hidrográfica, possibilitando avaliações de condições ambientais e aferir as transformações na paisagem em bacias urbanas (SCHLEE; BAPTISTA; TAMMINGA, 2007). O parâmetro de avaliação para cada item corresponde a uma escala de qualidade ambiental apresentada no Quadro 1 em cores e numeração decrescente de 10 a 1, onde os maiores valores correspondem a um maior nível de qualidade enquanto os valores mais baixos correspondem a uma situação de maior fragilidade ambiental, assim como é apresentado no esquema abaixo.

Quadro 1 – Escala de Qualidade Ambiental

Excelente		Bom		Regular		Ruim		Crítica	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Estes trechos avaliados correspondem a cinco locais-chave que, de acordo com a metodologia proposta, devem necessariamente perpassar trechos dos cursos d'água contribuintes de primeira a terceira ordem englobando todos os segmentos da bacia,

analisando pontos da foz do canal principal até áreas de nascentes, localizadas a montante (Tabela 1).

Tabela 1: Coordenadas dos pontos analisados

Ponto	Descrição	Coordenada	
		X	Y
1	Foz do Rio Jacaraípe	376109	7770770
2	Canal Principal do Rio Jacaraípe	375243	7771090
3	Lagoa Jacuném	372078	7769870
4	Barramento - Rodovia Norte-Sul	370105	7771890
5	Encosta ocupada BR-101 - Nova Carapina	366670	7770540

A partir dessas propostas foram definidos os itens do inventário, adaptados ao objeto de estudo, listados no (Anexo 1), que foram validados em campo pelos autores em cinco trechos da bacia apresentados na Figura 2. A análise e coleta dos pontos em campo se deu a partir da foz do rio Jacaraípe – **Ponto 1**. O levantamento seguiu em direção ao baixo curso do canal principal do rio Jacaraípe, localizado na planície fluvial – **Ponto 2**. O terceiro local de análise ocorreu na Lagoa Jacuném – **Ponto 3**, que ocupa a porção central da bacia. As demais análises ocorreram a montante, focando as transformações existentes nessa porção, assim, a quarta análise se deu em um barramento construído na Rodovia Norte-Sul – **Ponto 4**, que modificou a geomorfologia do fundo de vale existente.

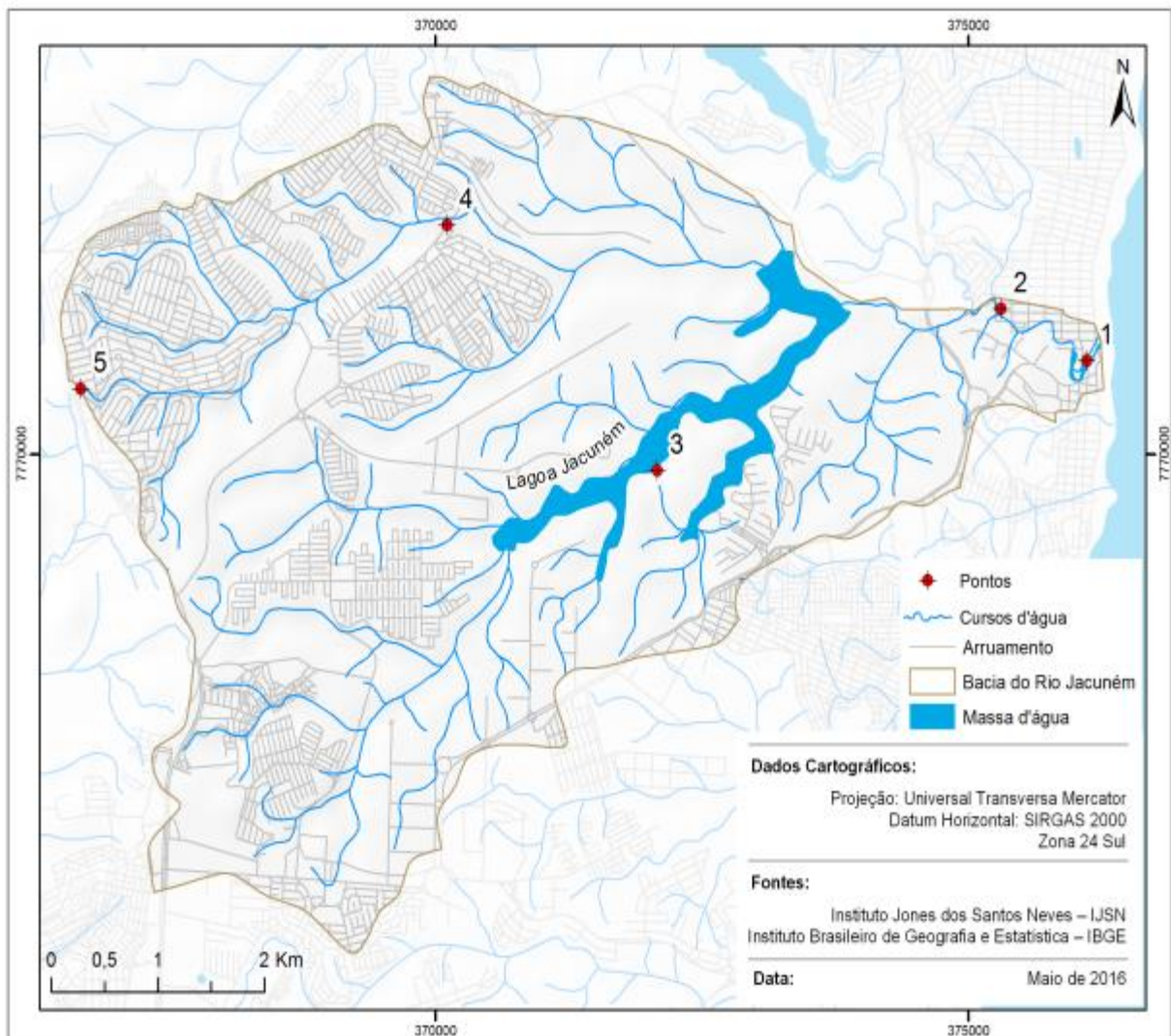


Figura 2: Pontos de coleta de informações bacia hidrográfica da Lagoa Jacuném

A última análise ocorreu na cabeceira da bacia em uma encosta as margens da BR-101, no bairro de Nova Carapina – **Ponto 5**, área totalmente descaracterizada de configuração nativa/original.

Além de uma análise quantitativa pautada nos parâmetros estabelecidos no inventário com o intuito de comparar os parâmetros entre os trechos analisados, foi realizado também, uma análise qualitativa dos trechos/pontos observados, a partir de uma avaliação histórica-temporal mais aprofundada nas alterações fluviais da sub-bacia com imagens aéreas datadas de 1970 frente às imagens aéreas de 2013, juntamente com o detalhamento de campo, com registro fotográfico em cada ponto observado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 2 apresenta os valores atribuídos a cada parâmetro do inventário proposto por Schlee, Baptista e Tamminga (2007) e adaptado ao presente estudo que pode ser

verificado em anexo, estes itens foram avaliados em campo para cada um dos cinco pontos observados e descritos acima. É possível visualizar no quadro abaixo que a sigla “na” = Não se aplica, que foi utilizada em virtude da impossibilidade de avaliar de forma visual direta determinado parâmetro.

Foi verificada a interferência visual das obras e ações antrópicas de modificação ao longo da sub-bacia do rio Jacuném. A média dos valores resultantes foi obtida pelo cálculo simples de média aritmética, de forma que mesmo sendo de escalas diferentes os impactos, são considerados com o mesmo peso segundos a referida metodologia.

Quadro 2: Resultados comparados dos parâmetros para cada ponto.

Item / Ponto/Local	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	MÉDIA	QUALIDADE
1 - Foz	4	3	5	1	5	4	1	na	na	10	1	1	2	na	na	na	3,4	Regular
2 – Canal Principal	3	3	4	1	8	8	1	na	1	10	1	1	2	na	na	3	3,5	Regular
3 – LagoaJauném	8	9	10	2	10	10	8	8	na	10	Na	10	9	na	na	na	8,5	Excelente
4 – Barramento	6	3	na	5	na	na	8	6	na	1	Na	8	10	na	na	na	5,9	Bom
5 - Encosta	3	1	na	1	na	na	2	2	na	1	na	na	Na	na	na	na	1,7	Crítica
Média Geral.....																	4,6	RUIM

na= não se aplica

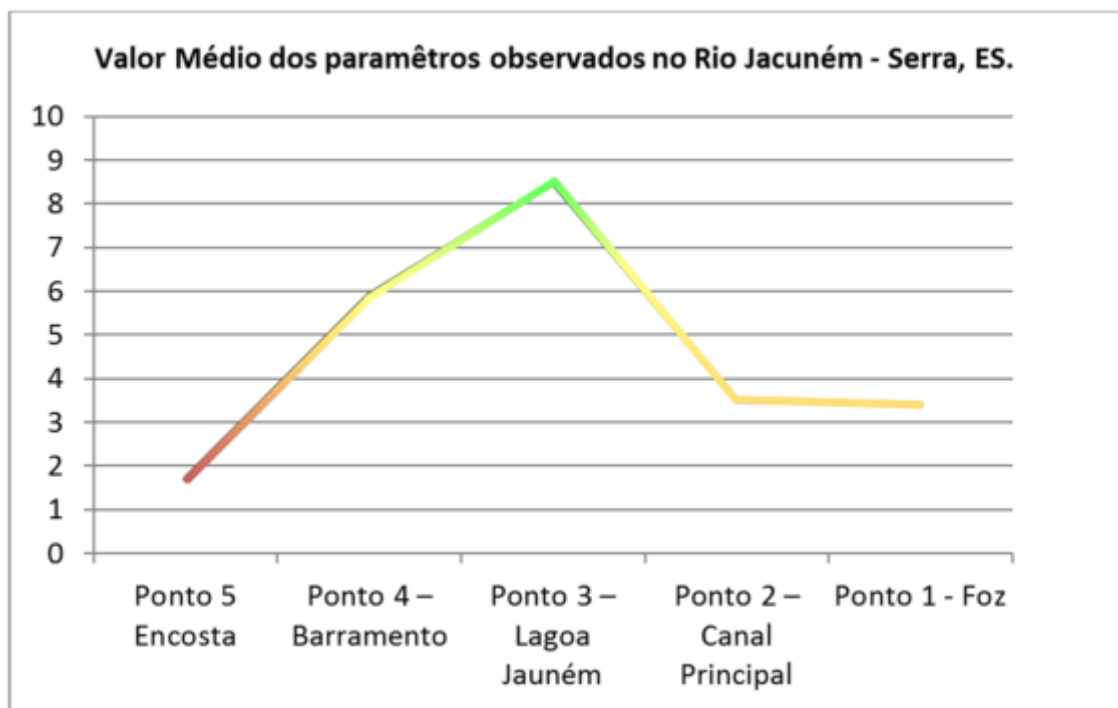
De acordo com a avaliação dos parâmetros, observa-se que os cinco pontos tiveram uma grande variedade na qualidade dos quesitos avaliados. Isto se deve ao grau de urbanização e interferência na estrutura natural do rio. Entre o ponto mais à montante avaliado e o ponto próximo à foz nota-se uma recuperação nas condições do sistema. Isto pode estar relacionado à lagoa Jacuném que corresponde a uma grande área inundada entre os tabuleiros, captando águas de outra parte do sistema da sub-bacia.

Também de acordo com o Quadro 1 percebe-se no item 1, 2 e 7 (vide anexo), que as condições do leito, a zona ripária e a unidade de paisagem são consideravelmente melhores que nos pontos 1 e 4, evidenciando a relação entre a urbanização e a degradação dos nestas áreas.

O Gráfico 1 revela uma tendência diferente da expectativa de um efeito acumulativo declinando a cada ponto a qualidade dos parâmetros observados. De acordo com os resultados a presença da lagoa Jauném é um fator diferenciado do contexto de outros rios da região. A paisagem relativamente preservada da urbanização no entorno da lagoa, bem como a vegetação no ponto 3 podem contribuir para uma relativa qualidade nas condições avaliadas, diferenciando-se do padrão encontrado nos demais rios analisados. Logo

após a passagem das águas pela lagoa, retomando o complexo contexto urbano a tendência de queda de qualidade se confirma até a foz.

Gráfico 1: Mostra as curva das condições avaliadas do rio Jacuném.



Avaliação por Ponto/Local

O **Ponto 1**: referente à Foz do rio Jacaraípe, correspondente ao baixo curso inferior da bacia. O ponto encontra-se num trecho onde o leito passou por um processo de retificação, alargado e atualmente está em obras de aprofundamento. Estas obras foram e estão sendo responsáveis por mudanças na dinâmica hidrológica da foz e conseqüentemente nos trechos a montante, tendo em vista que a retificação do baixo curso de um rio acelera o fluxo da água a montante elevando o nível de erosão marginal.

Sobre as margens a jusante encontra-se a malha urbana bem consolidada com o uso voltado à recreação (praça) e à alocação da comunidade pesqueira da região. O alargamento da foz possibilitou o estabelecimento de embarcações de pescadores em suas margens (Figura 3).

A montante é possível observar uma infraestrutura voltada ao uso residencial. As margens que se encontram sufocadas pela área urbana, e em diversos pontos chega a poucos metros da margem, apresentam uma vegetação residual localizada em sua maior parte na margem leste do rio (Figura 4).



Figuras 3 e 4: Visão à jusante e a montante respectivamente do ponto observado. Fotos dos autores.

Tendo como referência a Figura 5, podemos destacar do lado esquerdo a imagem aérea datada de 1970 e no lado direito a imagem aérea para a data de 2013, uma distância temporal de 43 anos. Ambas as imagens nos remetes a foz do rio Jacaraípe, em períodos diferentes.



Figura 5: Comparação temporal da Foz do rio Jacaraípe – Ponto 1 – para os anos 1970 e 2013

Um primeiro elemento que se destaca nessa comparação temporal diz respeito a intensificação da ocupação urbana, é possível notar que nas duas imagens ela já existe, todavia em 1970 é espaça e não ocorre em todas as áreas, porem na foto de 2013 nota-se um processo de urbanização intenso e com uma variedade de tipologias urbanas significativa. Ademais o processo de urbanização ocupou áreas que em 1970 não estavam ocupadas, com, por exemplo, as margens oeste da foto.

Outro elemento significativo que pode ser destacado pelas imagens é a modificação quanto a tipologia das vias urbanas, em 1970 todas as vias se apresentam de terra sem revestimento de asfalto enquanto que em 2013 todas a malha viária está revestida em asfalto. Soma-se a essa observação a construção de uma ponte sobre o ponto 1 que está diretamente ligada ao processo de crescimento urbano e um píer para passeio de pedestres junto a foz.

Analisando as questões geomorfológicas é possível destacar as modificações que ocorreram na foz e na parte inferior do canal. Na foz é possível observar que em 1970 sua desembocadura se dava a sudeste e de forma natural sem modificações antrópicas. Para a data de 2013, na mesma foz é possível observar a construção de um píer que se adentra para o Oceano Atlântico e tem sua desembocadura voltada para nordeste, essa obra de engenharia está ligada a tentativa de ampliar o tamanho natural do canal principal, dando maior vazão ao Rio Jacaraípe e numa tentativa de evitar a entrada de maré cheia nos períodos diários e anuais. Outro elemento que justificou essa obra está ligado à pesca, favorecendo a entrada e saída dos barcos sem a mudança natural da foz.

Já na parte interior do canal principal do rio Jacaraípe é possível observar a construção de uma baía para os barcos pesqueiros. Na foto aérea de 1970 essa abertura não existe. Na imagem de 2013 é possível notar a existência dessa estrutura junto as margens de forma a funcionar como um atracadouro para os barcos pesqueiros.

O Ponto 2 correspondente ao Canal Principal representa o baixo curso superior da bacia. Localizada entre os tabuleiros costeiros, a lagoa apresenta, em comparação aos demais trechos da bacia, maior qualidade ambiental de suas características. Suas margens permanecem preservadas com vegetação em avançado estágio de desenvolvimento em sua maior parte, e a qualidade da água permanece favorável à atividade pesqueira (Figuras 6 e 7).

Apesar das condições positivas observadas, também se faz necessário o reestabelecimento de algumas condições ecológicas como o tratamento do esgoto produzido pelas comunidades que vivem na margem sul da lagoa, que é lançado diretamente na mesma.

Ressalta-se, também, que se faz necessário um contínuo monitoramento das condições ecológicas para a proteção das condições existentes das margens e da qualidade da água, pois além de substrato para vida aquática, a lagoa exerce importante papel para subsistência de pescadores que retiram da pesca seu sustento.



Figuras 6 e 7: Visão à jusante e a montante respectivamente do canal principal no baixo curso.

Na comparação temporal (Figura 8) é possível observar que a grande transformação nessa parte está diretamente ligada ao crescimento urbano por toda a área comparada. Para o ano de 1970 é possível afirmar que a ocupação é rarefeita e quase restrita a margem esquerda

do canal principal do Rio Jacaraípe e se observa áreas sem ocupação, como na margem direita.

Para o ano de 2013, a transformação é completa, ou seja, as características observadas para o ano de 1970 não existem mais, de referência podemos citar apenas o canal principal que devido ao crescimento urbano sofreu vários impactos. A margem esquerda do rio Jacaraípe está completamente urbanizada, sem sua vegetação natural, em campo é possível



observar a ocupação para dentro do canal hídrico e em muitos casos completo descaço com as questões de qualidade da água.

Figura 8: Comparação temporal do Canal Principal do Rio Jacaraípe – Ponto 2 – para os anos 1970 e 2013

Para a margem direita é possível notar um amplo crescimento da malha viária com a implantação de 4 vias de grande dimensão e construção de diversos conjuntos residenciais, além de algumas características naturais como fragmentos florestais. Sabe-se que o vetor de crescimento urbano está diretamente ligado a essa área com intenso processo de especulação imobiliária e loteamentos urbanos.

O **Ponto 3**, Lagoa Jacuném (Figuras 9 e 10), está localizado na porção central da bacia hidrográfica e tem como principal característica de entorno sua ocupação por áreas urbanas e industriais. A Lagoa Jacuném tem 3,5 quilômetros de extensão e 1,4 quilômetros quadrados

de área. A lagoa foi fonte de abastecimento de água até os anos 1983, quando a Companhia Espírito Santense de Saneamento (Cesan) desativou os sistemas de captação e tratamento no local. Em volta da lagoa, há remanescentes de Mata Atlântica (Século Diário, 2014).



Figuras 9 e 10: Visão à jusante e a montante da lagoa Jacuném respectivamente.

No levantamento de campo, ficou evidente que a lagoa vem sofrendo nos últimos anos uma série de modificações e os principais agentes degradantes são os loteamentos residenciais (condomínio de alto padrão – Boulevard Lagoa), a expansão industrial (Polo Industrial Cercado da Pedra, localizado em área do tabuleiro), falta de política de educação ambiental em escala municipal e o processo de urbanização em áreas já consolidadas. Nota-se que a geomorfologia da área da Lagoa Jacuném é formada por grandes platôs ligados a Formação Barreiras, que favorecem intensamente o processo de ocupação e transformação da área.

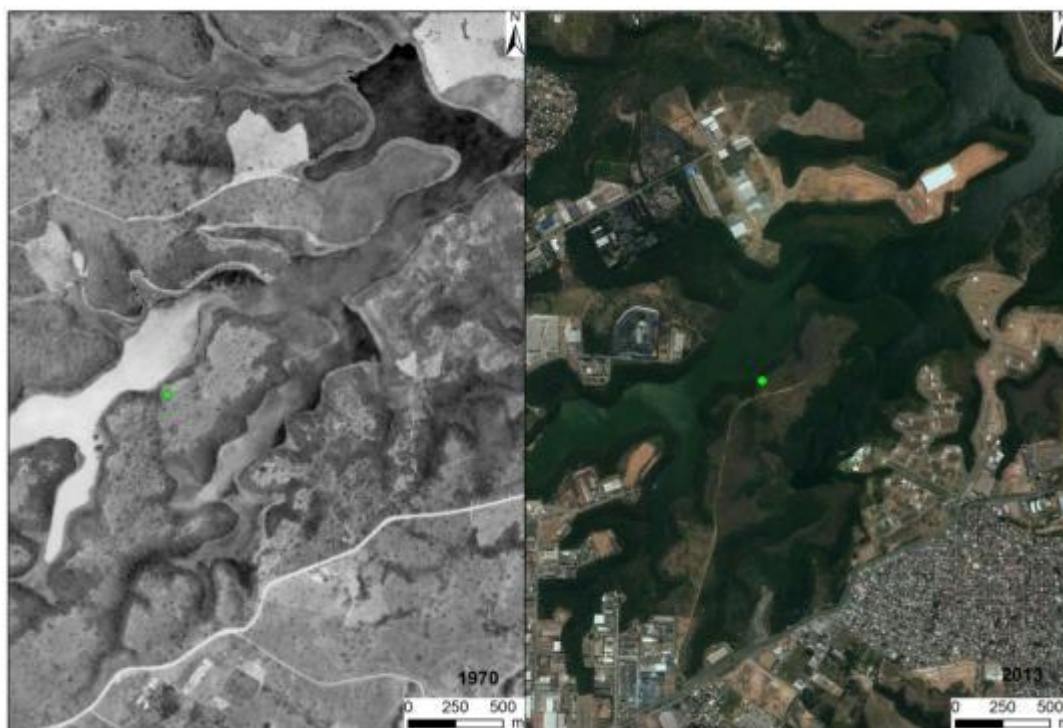
Na comparação temporal (Figura 11) fica evidente a completa urbanização da área de entorno, onde uma área natural foi antropizada e tornou-se uma área urbana, de uso unitário (industrial, em sua maioria).

Na foto a esquerda de 1970 é possível notar a composição basicamente natural sem modificações antrópicas e inexistência de ocupações urbanas. O oposto se nota na imagem de 2013, onde as características naturais praticamente desapareceram e observasse um intenso tecido urbano composto principalmente por indústrias atrelado a áreas urbanas (bairros e condomínio fechado).

No entorno da Lagoa Jacuném existem 5 polos industriais de dimensão estadual e extrema relevância municipal, geradores de economia e renda, são eles: CIVIT I, CIVIT II, CIVIT II, Polo Industrial Sérgio Vidigal e Polo Industrial Cercado da Pedra, que ocupam toda a área plana de entorno. Soma-se a esses polos o bairro de Nova Zelândia e o condomínio fechado de alto padrão Boulevard Lagoa Residence e Resort.

O CIVIT I está plenamente ocupado, não há, no momento, lotes que possam ser comercializados, ocupando área total de 2.139.000 m². O CIVIT II plenamente ocupado, não há, no momento, lotes que possam ser comercializados, ocupando área total de 4.826.665,18m². O CIVIT III está em processo de registro do desmembramento, ocupando uma área de 237.195,00 m². O Polo Industrial Sérgio Vidigal está em situação de obras com as vendas das áreas em processo de tramitação e ocupa uma área de 950.747,93m². Por fim, o Polo Industrial Cercado da Pedra está com obras concluídas e em processo de vendas dos lotes e com área total de 1.246.000,00 m². Todas essas áreas no entorno direto da Lagoa Jacuném.

O bairro de Nova Zelândia apresenta uso misto entre o residencial e o industrial de atividades ligadas as indústrias dos polos maiores. Já o condomínio fechado O Boulevard Lagoa Residence e Resort é o maior empreendimento horizontal do Espírito Santo, com terrenos residenciais a partir de 450 m² com toda a estrutura de um Resort, que quando foi



construído fechou o acesso a lagoa para os moradores da região que a utilizava para pesca e recreação.

Figura 11: Comparação temporal da Lagoa Jacuném – Ponto 3 – para os anos 1970 e 2013

O **Ponto 4** (Barramento Parque Residencial Tubarão– Figuras 12 e 13) está localizado no bairro Parque Residencial Tubarão no médio curso inferior da bacia. Neste trecho foi realizada a construção de uma via (Rodovia Norte-Sul) ligando dois topos de tabuleiro,

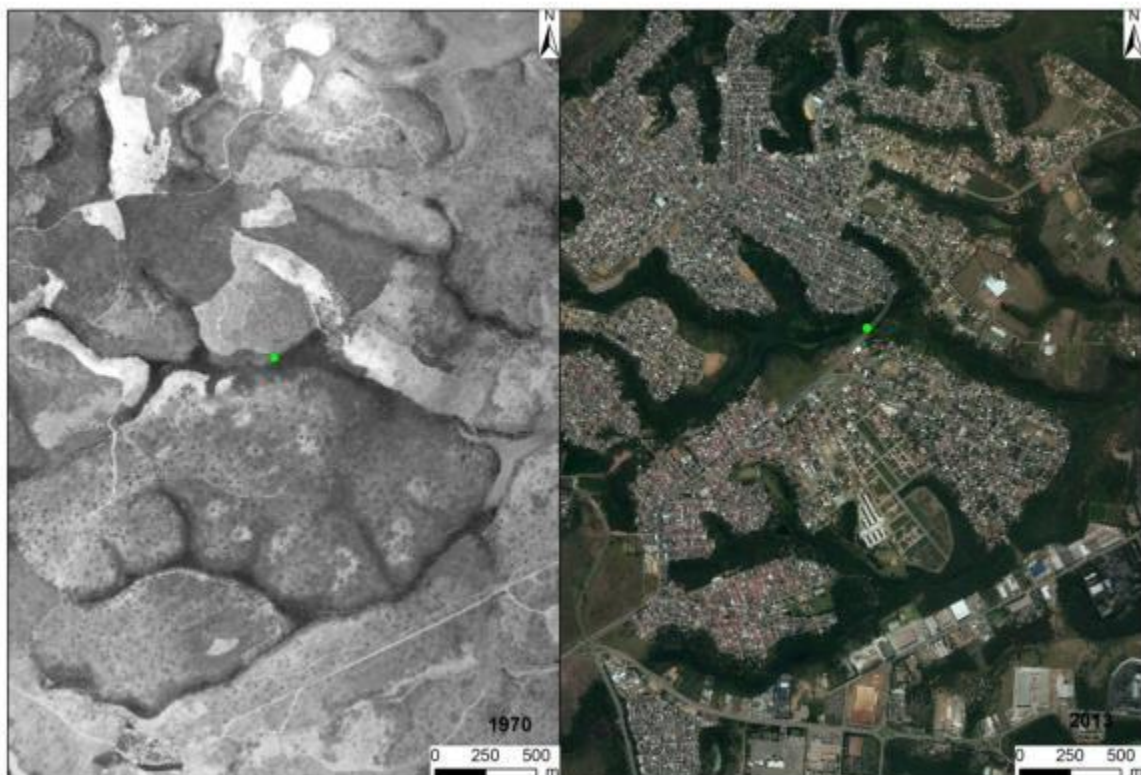
passando, assim sobre um fundo de vale. Para a realização da obra, o fundo de vale natural foi aterrado e passou por uma obra de engenharia onde foram instaladas manilhas que encontram-se a um nível mais elevado em relação ao fundo de vale, criando um barramento antrópico à passagem da água.

O desnível (fundo de vale natural e a localização das manilhas) resultante condiciona um acúmulo de água a montante do barramento criando uma lagoa que em maior parte do ano esta coberta por plantas aquáticas. A obra realizada de maneira negligente corresponde um obstáculo à drenagem natural das águas e à passagem de peixes, pois na margem seguinte o desnível em relação ao fundo de vale também é observado.



Figuras 12 e 13: Visão à jusante e a montante respectivamente.

Na comparação temporal realizada no Ponto 4 (Figura 14) é possível notar que em 1970 não existia ocupação nenhuma ocupação, sendo uma área com característica natural, ou



seja, sem transformação antrópica. Para o ano de 2013 nota-se uma completa modificação da área natural para uma área densamente urbanizada e adensada, com a perda total das características naturais.

Figura 14: Comparação temporal do Barramento - Rodovia Norte-Sul – Ponto 4 – para os anos 1970 e 2013

Todas as áreas planas do entorno foram ocupadas por bairros e áreas industriais que provocaram modificações geomorfológicas significativas, inclusive o barramento observado no ponto 4 é fruto da construção da avenida Norte Sul que liga os municípios de Vitória e Serra, sendo um dos principais eixos de mobilidade do Espírito Santo.

A construção da rodovia sobre uma área de fundo de vale fez com que toda a água pluvial ficasse retida ocasionando o surgimento de uma lagoa ou barramento não natural, o que modificou todo o sistema hídrico da bacia provocando modificações na qualidade e na quantidade e na disponibilidade de recursos para a Lagoa Jacuném, que faz parte do sistema.

O **Ponto 5** (encosta e fundo de vale ocupados às margens da BR-101) corresponde ao médio curso superior e encontra-se na altura do bairro de Nova Carapina. Neste ponto, o



fundo de vale esta em processo intenso de ocupação por casas com infraestrutura precárias (Figuras 15 e 16). Este cenário que se repete em alguns pontos da bacia estende-se encosta abaixo invadindo o leito e representa um elevando o nível de degradação

.Figuras15 e 16: Visão à jusante e a montante respectivamente.

Ressalta-se o elevado risco que a população residente neste trecho se encontra devido à elevada inclinação da vertente e a confluência de águas pluviais para o fundo de vale que pode promover movimento de massa assim como inundações nas porções mais baixas.

Na comparação entre as imagens de 1970 e 2013 (Figura 17) é possível observar o intenso processo de ocupação urbana e de transformação das características naturais que ocorreram nos 43 anos que separam as fotos.



Figura 17: Comparação temporal da Encosta ocupada BR-101 - Nova Carapina – Ponto 4 – para os anos 1970 e 2013

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma breve, a metodologia se mostrou representativa para uma avaliação primária dos trechos pesquisados. Contudo a diferença de pontuação entre as condições dos pontos 2 (6,6 pontos) e 3 (5,9 pontos) é discutível, de forma que a proporcionalidade entre os impactos verificados nos locais ficou subestima.

Para pesquisas futuras a incorporação de atributos aos quais a escala e o grau de transformação de paisagem se definam mais precisamente para o inventário. Possivelmente a relação matemática estabelecida aos quais os itens possuem o mesmo peso no resultado contribua para um resultado menos representativo, podendo alterar a percepção do leitor sobre a realidade do local. Distribuir os itens avaliados por pesos visando realçar as diferenças entre danos perenes daqueles reversíveis, ex. aterro *versus* despejo de águas servidas.

É provável que um índice seja o mais correto para este tipo de estudo, porém, há de se ressaltar que um dos objetivos de Schleeet al.(2007) era a democratização e difusão desta metodologias para os cidadãos que convivem com os rios urbanos. Porém, em debate sobre o tema, foi consensual que haveria dificuldade para aplicar esta avaliação sem um conhecimento específico sobre o tema. Sem dúvidas o “*start*” dado pelos autores é de grande

valia para a causa dos rios urbanos. Neste intuito de colaborar com a discussão o inventário foi adaptado às condições geomorfológicas específicas da dinâmica dos rios do litoral capixaba, e verificou-se a aplicabilidade e a resposta satisfatória da metodologia para este ambiente.

A sociogeomorfologia é compreendida por este trabalho como algo indissociável entre as diferentes escalas das ações antrópicas (sociedade em todas as suas dimensões) e a matriz natural (meio biótico e meio abiótico) arranjos como uma matriz espacial integrada à dinâmica social. Consideramos tal reflexão possível uma vez que a problemática parte das acepções de Ashmore (*Op. Cit.*) derivado de pesquisas realizadas no campo dos sistemas fluviais.

Este conceito apresenta grande relevância frente aos novos desafios propostos pela experiência espacial crítico ao qual a humanidade atravessa no século XXI. Através dos canais fluviais verificados na sub-bacia do rio Jacuném, dentro de um contexto de uma região metropolitana, verificou-se que a realidade dos canais reflete de imediato o conceito adotado.

O sistema fluvial, representados pelo canal fluvial urbano é um rio produzido ou transformado em detrimento de um ordenamento espacial, suas condições ambientais dependem variáveis incalculáveis: desde indústrias a um indivíduo que despeja um sofá no canal. O canal fluvial também responde às condições climáticas e às variáveis geomorfológicas, portanto, ao ordenamento natural. Desta forma visualiza-se na dinâmica de um canal fluvial as duas dimensões relacionadas e materializadas.

Sendo assim, a pesquisa ressalta a importância de uma análise mais ampla, onde o ideal seria realizar a mesma metodologia apresentada aqui para uma sistema hídrico maior, além de realizar mais pontos de coleta. Com isso, destaca-se que uma pesquisa mais aprofundada pode ser realizada para todo o rio Jacaraípe, compreendendo todo o sistema fluvial.

Outro elemento fundamental de se destacar é que seria interessante utilizar essa mesma metodologia apresentada no presente artigo outros sistemas fluviais urbanos do Espírito Santo, ou até mesmo de fora do estado, com o objetivo de realizar comparações entre as mesmas e com isso ampliar as conclusões e as análises espaciais (transformações observadas na natureza pela sociedade).

REFERÊNCIAS

ASHMORE, P. Towards a sociogeomorphology of rivers. *Geomorphology*. n. 251 p. 149-156, 2015

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Tradução Olga Cruz – *Caderno de Ciências da Terra*. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, nº13, 1972.

CHISTOFOLETTI, A. Caracterização dos indicadores geomorfológicos para a análise da sustentabilidade ambiental. *Sociedade e Natureza*. Ano 3. n 15.p. 31-33. 1996.

CUNHA, S. B. Canais fluviais e a questão ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.) *A questão ambiental: diferentes abordagens*. 7, ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) *Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos*. 6, ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

CUNHA, S. B. Rios Desnaturalizados. In: BARBOSA, J.L. LIMONAD, E. *Ordenamento territorial e ambiental*. Niteroi: Editora da UFF, 2013

CUNHA, S. B.. Morfologia dos Canais Urbanos. In: Cristiano Poletto. (Org.). *Ambiente e Sedimentos*. 1. ed. Porto Alegre: Editora da Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2008, v., p. 329-360.

ESRI. Software ArcGIS. Disponível em: <<http://www.esri.com/>>. Acesso em: 16 de out. 2016.

FERREIRA, F. C. *Propriedade fundiária, os “vazios urbanos” e a organização do espaço urbano : o caso de Serra na Região Metropolitana da Grande Vitória–ES*. 2015. Vitória. Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo.

GREGORY, K. J. *A natureza da Geografia Física*. Bertrand Brasil S.A. São Paulo. 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados agregados (Dados Populacionais do Espírito Santo). Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 set. 2016.

IJSN, Instituto Jones dos Santos Neves. Projeto Espírito Santo em Mapas. Disponível em: <www.ijsn.es.gov.br/>. Acesso em: 01 de out. 2013.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Orgs.) *Conceitos de Bacias Hidrográficas*. 2. Ed. Ilhéus, BA: Editus, 2005.

OLIVEIRA JORGE, M. C. Geomorfologia Urbana: Conceitos, metodologias e teorias. In: GUERRA, A. J. T. (Org.) *Geomorfologia Urbana*. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2011.

PETERSEN, Robert C. RCE - a Riparian, Channel, and the Environmental Inventory for Streams in the Agricultural Landscape. In: *FreshwaterBiology* 27: p. 295-306. 1992.

PMS - Prefeitura Municipal da Serra. Relatório sobre a Obra de Dragagem do Rio Jacaraípe. disponível em: <<http://www.serra.es.gov.br/>>. Acesso em: 01 de out.2014.

PMS-Prefeitura Municipal da Serra: Plano Diretor Municipal de 2012, disponível em: <<http://www.serra.es.gov.br/site/pagina/plano-diretor-municipal--pdm>>. Acesso em: 16 de mai. 2016.

ROCHA, Altamar. A. A Dimensão Socioambiental Em Bacias Hidrográficas In: *Sociedade e Natureza: a produção do espaço urbano em bacias hidrográficas*. 1ª ed. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2011.

SCHLEE, Mônica B; BAPTISTA, D. Fernandes; TAMMINGA, Kenneth. Diagnóstico Ambiental Participativo em Bacias Hidrográficas Urbanas. In: Tangari, Vera Regina; Schlee, Mônica Bahia; Andrade, Rubens de e Dias, Maria Angela (orgs). *Águas Urbanas: a Regeneração Ambiental como Campo Disciplinar Integrado*. Rio de Janeiro: UFRJ. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2007.

Século Diário. Jornal Online, disponível em: <http://www.seculodiario.com.br/>. Acesso em: 05 de set. 206

USDA/NATIONAL WATER AND CLIMATE CENTER. *Stream Visual Assessment Protocol*. United States Department of Agriculture/ Natural Resources Conservation Service. Technical Note 99-1.1998.

ANEXO INVENTÁRIO DE AVALIAÇÃO VISUAL DAS CONDIÇÕES DE RIOS TROPICAIS URBANOS

1. Características da unidade paisagística e uso do solo									
Ecosistema original não perturbado, constituído por florestas, áreas pantanosas, restingas e/ou manguezais.		Remanescentes de florestas, áreas pantanosas, restingas e/ou manguezais ainda preservados, com acesso a visitação. Presença de trilhas para caminhadas, estradas ou ferrovias.		Uso residencial com infraestrutura urbana adequada (incluindo sistema de esgotamento sanitário). Fragmentos da vegetação original ainda presentes. Ocorrência esparsa de áreas de cultivo.		Uso residencial ou misto (comercial, industrial e residencial) com infraestrutura urbana inadequada ou danificada. Áreas de cultivo próximas às margens (até 50m de distância). Criação de animais (aves, porcos, gado). Ocorrência de gramíneas exóticas.		Uso residencial ou misto (comercial, industrial e residencial) sem nenhum tipo de infraestrutura urbana. Ocorrência generalizada de gramíneas exóticas.	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
2. Condições do leito									
Leito original. Nenhuma estrutura artificial. Nenhuma evidencia de escavações laterais ou no leito. Nenhum sinal de perturbação causado pelo acesso franqueado ao leito do rio.		Evidências de alterações no leito executadas no passado, mas com regeneração do leito e das margens. Pequenas perturbações causadas pelo uso do rio.		Leito alterado. <50% do trecho avaliado recomposto por gabiões ou canalizado. Perturbações consideráveis causadas pelo uso intenso e indiscriminado.		Leito em processo ativo de escavação ou alargamento. >50% do trecho avaliado recomposto por gabiões ou canalizado. Acesso visual ao rio ainda preservado.		Rio submerso sob a malha urbana. Nenhum acesso ao rio é possível.	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
3. Ocorrência de despejo de esgoto e/ou presença de material fecal humano ou de animais									
Nenhum despejo de águas pluviais ou servidas. Água com as condições naturais no trecho avaliado. Nenhum odor de esgoto.		Ocorrência de despejo de águas pluviais. Água razoavelmente clara ou ocorrência de pontos isolados com água de coloração ligeiramente esverdeada. Ocorrência esporádica de odor de esgoto.		Ocorrência ocasional de despejo clandestino de águas servidas. Águacom coloração não natural ao longo de todo o trecho avaliado. Odor fraco, mas com constante de esgoto. Ocorrência ocasional de fezes no leito ou às margens do rio.		Ocorrência constante de despejo de águas servidas. Água cinza ou marrom ao longo de todo o trecho avaliado. Ocorrência de espuma na superfície da água. Odor forte e constante de esgoto. Ocorrência freqüente de fezes no leito ou às margens do rio.			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
4. Vegetação aquática/ excesso de nutrientes									
Presença de plantas aquáticas em quantidade moderada. Presença de musgos e pequenas quantidades de algas.		Crescimento significativo de algas nos substratos do rio, poucos musgos. Presença de plantas aquáticas ao longo das margens de todo o trecho avaliado.		Ocorrência esparsa de musgos e superabundância de plantas aquáticas. Crescimento de algas obstruindo todo o leito do rio, especialmente nos meses de verão.		Ausência total de vegetação aquática.			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
5. Ocorrência de despejo de resíduos sólidos									
Nenhum despejo de resíduos sólidos observado ao longo do trecho avaliado.		Presença ocasional e esparsa de lixo orgânico, como restos de comida, madeira e/ou papel.		Presença constante de resíduos sólidos inorgânicos em pequenas quantidades no leito ou ao longo das margens do rio – sacos plásticos, copos, garrafas pet, etc.		Despejo constante de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos em grandes quantidades no leito ou ao longo das margens do rio, obstruindo o fluxo e provocando inundações.			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
6. Presença de substâncias tóxicas visíveis (espuma, óleo, odores)									

Nenhum indício de óleo ou substâncias tóxicas na superfície da água.		Ocorrência esparsa e ocasional de óleo na superfície da água.		Ocorrência freqüente de óleo e/ou espuma na superfície da água.		Ocorrência contínua de óleo e/ou espuma na superfície da água. Forte odor de substâncias químicas, óleo e outros poluentes.			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
7. Característica da zona ripária									
Vegetação natural (composta de todos os estratos) excede 50 m a partir de ambas as margens do rio. Nenhuma clareira na área coberta por vegetação, nenhuma estrada pavimentada ou de terra e nenhuma ferrovia presente.		Vegetação natural (composta de todos os estratos) limita-se entre 15 a 50 m de ambas as margens do rio. Esparsas clareiras na área coberta por vegetação. Sinais de regeneração natural. Presença de estrada pavimentada, de terra ou ferrovia.		Vegetação natural limita-se entre 5 a 15 m de ambas as margens do rio. Ocorrência de clareiras na área coberta por vegetação em intervalos > 50m. Sinais de regeneração natural. Presença de estrada pavimentada, de terra ou ferrovia contígua às margens do rio.		Vegetação natural ou introduzida limita-se entre 1 a 5 m de ambas as margens do rio. Ocorrência freqüente de clareiras, cicatrizes ou desmornamentos em intervalos < 50m. Nenhum sinal de regeneração natural. Vegetação introduzida proporciona alguma sombra no leito do rio.		Ausência de vegetação. Ocorrência freqüente de cicatrizes ou desmornamentos ao longo das margens do trecho avaliado. Função filtradora da vegetação severamente comprometida, com consequências graves para a biota aquática.	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
8. Composição da vegetação na zona ripária									
Alta densidade de todos os estratos arbóreos, incluindo espécies nativas de grande porte não pioneiras, espécies características de sub-bosque, arbustos e espécies herbáceas. Textura regular e homogênea da copa das árvores. Alta densidade de espécies epífitas.		Espécies características de formações arbóreas em avançado estágio de desenvolvimento. Um dos estratos pode não estar bem representado. Ocorrência ocasional de espécies exóticas, porém adaptadas ao ambiente de floresta Atlântica, como a jaqueira. Textura da copa das árvores rugosa e irregular.		Ocorrência de gramíneas exóticas, esparsas espécies pioneiras. Textura da copa das árvores rugosa e irregular, com vários troncos aparentes. Presença de árvores nativas, mas não locais.		Vegetação constituída por gramíneas exóticas. Esparsas árvores, porém exóticas.			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
9. Cobertura vegetal (para rios de primeira a terceira ordem)									
>80% da superfície da água sombreada. Área a montante do trecho avaliado bem sombreada.		De 50% a 80% da superfície da água sombreada no trecho avaliado, mas área a montante pobremente sombreada.		De 20 a 50% da superfície da água sombreada no trecho avaliado.		<20% superfície da água sombreada no trecho avaliado.			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
10. Barreiras ao movimento de peixes									
Nenhuma barreira artificial.		Captações de água ocasionais inibem o movimento no trecho avaliado.		Presença de pequenas barragens, desvios, degraus ou estruturas artificiais (<0.30 m de desnível) no trecho avaliado.		Presença de barragens, desvios, degraus ou estruturas artificiais (>0.30 m de desnível) em outros segmentos do rio.		Presença de barragens, desvios, degraus ou estruturas artificiais (> 0.30 m de desnível) no trecho avaliado.	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
11. Elementos naturais de retenção									
Pedras de tamanhos variados, troncos antigos e galhos firmemente estabilizados no leito.		Pedras de tamanhos variados, troncos antigos e galhos presentes, mas com 1/3 do seu volume recoberto por sedimentos.		Elementos naturais de retenção em movimento.		Pouco ou nenhum elemento natural de retenção.			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

12. Estrutura das margens										
Margens estáveis, substrato retido firmemente por vegetação ribeirinha de estratos variados: rasteira, arbustiva e pelas raízes das árvores de grande porte.		Margens parcialmente estáveis, substrato retido por esparsa vegetação ribeirinha de estratos variados: rasteira, arbustiva e pelas raízes das árvores de grande porte.			Margens instáveis, presença esparsa de vegetação ribeirinha nos estratos herbáceos e arbustivos. Erosão ativa das curvas externas e esparsas ocorrências de erosão nas encostas das imediações.			Estreitamento do leito, erosão ativa das curvas internas e externas, tombamento de árvores maduras, freqüente ocorrência de erosão nas encostas das imediações, ou margens construídas artificialmente em concreto e/ou em pedras ao longo de todo o trecho avaliado.		
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
13. Escavação sob as margens										
Pequena ou nenhuma evidência ou ocorrência devida ao suporte de raízes.		Escavações de proporções significativas nas curvas ou estrangulamentos.			Freqüentes escavações de proporções significativas.		Escavações severas ao longo de todo o leito. Desmoronamento das margens originais.		Margens artificialmente construídas estáveis ou em processo de desmoronamento.	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
14. Textura e aparência do substrato rochoso										
Presença de pedras arredondadas e/ou com arestas, recobertas de musgos.		Presença reduzida de pedras com arestas vivas por entre pequena quantidade de substrato arenoso.			Ocorrência esparsa de pedras com arestas vivas por entre substrato areno-argiloso.			Pedras com arestas vivas e fundo escuro (indicador de pouca quantidade de oxigênio dissolvido na água) semi-recobertas por grande quantidade de sedimento areno-argiloso.		
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
15. Deposição de sedimentos no leito/ Recobrimento de corredeiras										
Pequeno ou nenhum alargamento do leito resultante de acúmulo de sedimentos. <20% dos seixos recobertos por sedimentos.		Ocorrência esparsa de deposição de seixos ou fragmentos de madeira. Pequena presença de sedimentos finos. 20 a 30% dos seixos recobertos por sedimentos.			Ocorrência esparsa de deposição de areia e silte. 30 a 50% dos seixos recobertos por sedimentos.		Ocorrência freqüente de deposição de sedimentos nas curvas e sinuosidades com possibilidade de obstrução do canal. Ocorrência freqüente de deposição nos poções. 50 a 75% dos seixos recobertos por sedimentos.		Leito do rio dividido em segmentos separados por depósitos de sedimentos. Corredeiras completamente recobertas. Leito totalmente submerso na malha urbana.	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
16. Detritos e material orgânico										
Presença abundante, consistindo principalmente de folhas, fragmentos de madeira e pequena quantidade de sedimentos.		Folhas e fragmentos de madeira presentes mas não abundantes. Presença de material orgânico de granulometria variável e ausência de sedimentos.			Nenhuma ou escassa presença de folhas ou fragmentos de madeira. Presença significativa de material orgânico e sedimentos.			Presença de sedimentos anaeróbicos finos, ausência de fragmentos.		
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	