

# XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

## UTILIZAÇÃO DO MÉTODO BÁVARO NA AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIDROMORFOLÓGICAS DO RIACHO GUARAÍRA

*Alexandre Ferreira da Silva<sup>1</sup>; Maria Marcella Medeiros Melo<sup>2</sup> & Cristiano das Neves Almeida<sup>3</sup>*

**RESUMO** – No Brasil, problemas referentes à proteção e restauração da condição natural dos corpos hídricos é uma tarefa essencial da gestão das águas, pois a expansão dos centros urbanos tem provocado uma degradação gradativa dos recursos hídricos, principalmente no que tange aos aspectos hidromorfológicos. Vem surgindo uma mudança na ótica da gestão dos recursos hídricos, que impulsionou a transformação dos sistemas de classificação dos corpos de água, em países que se destacam pelo pioneirismo dos sistemas de gestão, como Estados Unidos da América, Austrália e Nova Zelândia e, atualmente, os da União Europeia. O presente artigo tem como objetivo apresentar as características do método Bávaro, para avaliação das condições hidromorfológicas de rios. Para isso terá o auxílio de um Sistema de informações Geográficas (SIG), bem como sua aplicabilidade de acordo com a atual situação do riacho Guaraíra, que está localizada na Bacia do rio Gramame no estado da Paraíba. Pois, se faz necessário preservar e restaurar as estruturas hídricas, de acordo com as suas características típicas desde a nascente ao estuário. Para essa abordagem é necessário a utilização do método citado para avaliar a morfologia que caracteriza um corpo de hídrico, para possíveis tomadas de decisões para sua renaturalização.

**ABSTRACT**– In Brazil, problems regarding the protection and restoration of the natural condition of water bodies is an essential task of water management, as the expansion of urban centers has led to a gradual degradation of water resources, especially in regard to the hydromorphological features. Is emerging a change in the perspective of water resource management, which spurred the transformation of systems of classification of water bodies in countries that stand out for its pioneering management systems, such as the United States, Australia and New Zealand and currently the European Union. This article aims to present the characteristics of the Bavarian method for assessing the hydromorphological conditions of rivers. To this will have the aid of a Geographic Information System (GIS) and its applicability in accordance with the current situation *Guaraíra* the creek, which is located in River Basin *Gramame* in the state of *Paraíba*. Well, it is necessary to preserve and restore water structures, according to their typical characteristics from source to estuary. For this approach it is necessary to use the aforementioned method to evaluate the morphology featuring a body of water for making decisions possible for its renaturation.

**Palavras-Chave** – Hidromorfológico, método Bávaro, Sistema de Informações Geográficas (SIG).

---

1) Mestrando do Programa de Pós-Graduação Engenharia Urbana e Ambiental da UFPB, alexandre\_ferreira02@hotmail.com

2) Graduanda em Engenharia Ambiental da UFPB, mariamarcellah@gmail.com

3) Professor dos cursos de Engenharia Civil e Ambiental da UFPB, almeida74br@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

A água sempre foi um elemento essencial para o desenvolvimento de todos os seres vivos e o seu uso para as atividades antrópicas se dá muitas vezes de maneira inadequada, comprometendo as condições naturais dos corpos hídricos. Assim, a estrutura dos rios é alterada conforme interesses diversos, principalmente econômicos, o que pode comprometer a qualidade da água e todo o ecossistema a ela relacionado. A expansão dos centros urbanos tem provocado uma degradação gradativa dos recursos hídricos e com isso torna-se necessária a preservação e restauração destes corpos.

A Europa promulgou em 2000 sua nova política de águas, denominada, em inglês, *Water Framework Directive (WFD)*. Um documento de caráter mandatário que tem por objetivo a proteção de todas as águas da Comunidade Europeia, por meio da prevenção, da melhoria ou manutenção do bom estado ecológico das águas superficiais e do bom estado hidrológico das águas subterrâneas, COMISSÃO EUROPEIA (2005). De acordo com a *WFD*, existem três diferentes tipos de elementos essenciais de qualidade para avaliação do estado ecológico: elementos de qualidade biológica; elementos físico-químicos e elementos hidromorfológicos, INAG (2009). Desta forma, métodos de avaliação hidromorfológica foram desenvolvidos em diversos países com o objetivo de analisar a estrutura física dos rios e o seu estado de alteração. Justifica-se a importância desta avaliação no contexto do planejamento ambiental e no auxílio de tomadas de decisões, que auxiliem na gestão ambiental de um país ou região.

No Brasil, tendo em vista o conceito de desenvolvimento sustentável e suas premissas, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (Lei nº 9433/97) estabeleceu os objetivos e instrumentos regulatórios e econômicos que norteiam a gestão hídrica brasileira, tendo como premissa a sustentabilidade dos recursos hídricos. A PNRH possui cinco instrumentos básicos: Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos, Planos Diretores, Enquadramento, Outorga e Cobrança. Dentre estes instrumentos, situam-se aqueles diretamente relacionados ao sistema de gestão da qualidade hídrica, como a classificação das águas emersas, regulamentado pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 20/86, e o enquadramento dos corpos de água em classes de qualidade, regulamentado pela resolução do Conselho Nacional dos Recursos Hídricos (CNRH) nº 12/2000, as quais permitiram o estabelecimento de objetivos de qualidade para as águas superficiais do território brasileiro, de acordo com seus usos preponderantes, MMA e IBAMA (2004).

Países que desenvolveram métodos de avaliação hidromorfológicas para fins de planejamento e monitoramento ambiental, fizeram uso em sua maioria de fichas cadastrais previamente definidas e de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) adequado.

Recentemente, gestores de recursos hídricos da Ucrânia desenvolveram um método de avaliação hidromorfológica dentro das normas estabelecidas pela *WFD*. Esse método foi comparado ao método Bávaro (método utilizado neste trabalho) através de levantamentos de campo. Os resultados mostram uma ampla gama de conformidade, mas também várias diferenças entre os métodos. As maiores semelhanças estão nos parâmetros em aspectos do uso do solo, a variação da lâmina d'água, e as diferenças incluem a avaliação e interpretação da erosão, sinuosidade, profundidade e a diversidade do substrato, bem como o leito do rio c no geral, Scheifhacken *et al.* (2011) afirmam que o método Bávaro é mais conservador em sua classificação ao comparado com o Ucrâniano.

Raven *et al.* (2002) aplicaram três métodos de avaliação hidromorfológica em corpos hídricos franceses: River Habitat Survey (RHS) do Reino Unido, *Système d'Evaluation de la Qualité du Milieu Physique (SEQ-MP)* da França e *Landerarbeitsgemeinschaft Wasser (Lawavor-Ort)* da Alemanha. Os autores concluíram que os tipos de caracterização nos três métodos foram amplamente similares, mas diferenças nas estratégias de pesquisa, na coleta de dados e na interpretação dos mesmos implicaram em uma variação nos resultados.

Já o método Europeu "*Water quality - Guidance standard on determining the degree of modification of river hydromorphology*" é o anteprojeto da norma europeia que foi estabelecido em 2008 pela CEN TC 230/WG 2/TG 5 N65. Ele foi desenvolvido para coleta de dados hidromorfológicos de maneira que não especificasse um país. Isto significa que este método de mapeamento permite a coleta de água de diferentes estruturas de corpos hídricos europeus de forma equivalente e comparativa Reh e Kraus (2009).

Há também pouca experiência no método Croata "*Assessment of hydromorphological status and assessment of risks to achievement of a good ecological status of water as a result of hydromorphological alterations*", pois ele é apenas uma versão provisória. A partir desse método os corpos hídricos croatas são examinados e avaliados hidromorfologicamente. O método foi desenvolvido de forma particular para a implementação da *WFD* na Croácia e analisam dados pré-existentes sobre os corpos hídricos comparando-o com imagens de satélite de alta resolução, Reh e Kraus (2009).

Este trabalho tem como objetivo a apresentação do método Bávaro para avaliação das condições hidromorfológicas de rios bem como suas condições de aplicação. Objetiva-se ainda

divulgar resultados preliminares obtidos na avaliação do riacho Guaraíra, localizado na Bacia do rio Gramame no estado da Paraíba.

## **A IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO HIDROMORFOLÓGICA**

A forma com que se deu a expansão urbana no Brasil ao longo das últimas décadas resultou no agravamento das condições socioambientais de suas cidades. Nesse contexto, os corpos hídricos situados em regiões metropolitanas e em seu entorno têm sofrido, até os dias atuais, os impactos causados pelo uso e ocupação não planejada e insustentável Pizzela e Souza (2007).

O atual contexto de crescimento econômico do país aliado à fragilidade dos órgãos de proteção ambiental tem causado um cenário de descontrole ambiental, com consequências desastrosas para o meio ambiente e os recursos hídricos.

No Brasil intervenções de restauração de cursos d'água são incipientes. As primeiras experiências brasileiras a respeito de intervenções não estruturais em cursos d'água ocorreram no município de Curitiba, na década de 1970. Outros processos de intervenções ocorreram na cidade de São Paulo, no córrego Bananal e de maneira concreta, através de uma adaptação aos projetos de restauração concebidos nos países desenvolvidos, efetivada no município de Belo Horizonte na forma de política pública municipal Macedo *et al.* (2011).

Por isso, ao considerar a hidrografia como um elemento da paisagem, como um sistema dinâmico e em modificação constante, sua morfologia é condicionada por este sistema, onde suas modificações geralmente estão relacionadas às ações antrópicas. Entre os impactos negativos causados por esse processo destaca-se, a degradação dos recursos hídricos que vem proporcionado consideráveis desafios à gestão urbana e ambiental.

Com vistas a tentar dirimir tais problemas análogos as questões Ambientais, de forma a auxiliar com relevantes medidas administrativas e tomadas de decisões, é de suma importância implementar inúmeras medidas pela sociedade, pelos políticos e pelos acadêmicos. Uma dessas medidas trata-se da avaliação das condições hidromorfológicas dos corpos hídricos em locais onde este recurso tem sido antropizado.

### **Fatores que influenciam estado de conservação do corpo hídrico**

Por meio da análise das condições de referência, Cunha (1994) pôde classificar as modificações hidromorfológicas impostas pelo homem em uma bacia hidrográfica, através de dois grupos: o primeiro é análogo as modificações diretas no canal de drenagem, para modificar a vazão

e/ou para alterar a forma do canal para extração de areia e cascalho, ou para estabilização de margens. Luiz (2009) ressalta que essas obras alteram a seção transversal, o perfil longitudinal do rio, ou seja, o padrão de canal. Já o segundo, faz referência a modificações indiretas que acontecem através do uso do solo na bacia, como por exemplo: o desmatamento, a drenagem das planícies, a urbanização, dentre outras.

Outro fator que influencia a modificação das condições hidromorfológicas dos rios é a mudança climática, que segundo Wilby *et al.* (2006), essas mudanças mais recentes no Reino Unido e os cenários de toda a política de estudos ambientais, mostram que a definição dos objetivos, estratégias e as ligações entre hidromorfologia e o estado ecológico, são importantes em relação às questões das mudanças climáticas, assim sendo tais ligações serão de suma importância para tomadas de decisões.

Existem ainda outros fatores que influenciam o estado de conservação do corpo hídrico, como por exemplo, a sinuosidade do rio, presença de mata ciliar e a diversidade do substrato. Esses parâmetros estão sujeitos a alterações ao longo do curso do rio e por isso, para uma avaliação consistente o corpo hídrico é dividido em seções.

## **ÁREA DE ESTUDO**

A bacia experimental do riacho Guaráira, área de estudo desta pesquisa, possui uma área aproximada de 5,84km<sup>2</sup>, localizada entre os municípios de Santa Rita e Pedras de Fogo, numa área pertencente a *Louis Dreyfus Commodities (LDC)*. Está localizada entre as coordenadas 7°30'00"S 35°20'00"W e 7°20'00"S 34°50'00"W, como pode ser observada na figura 1.

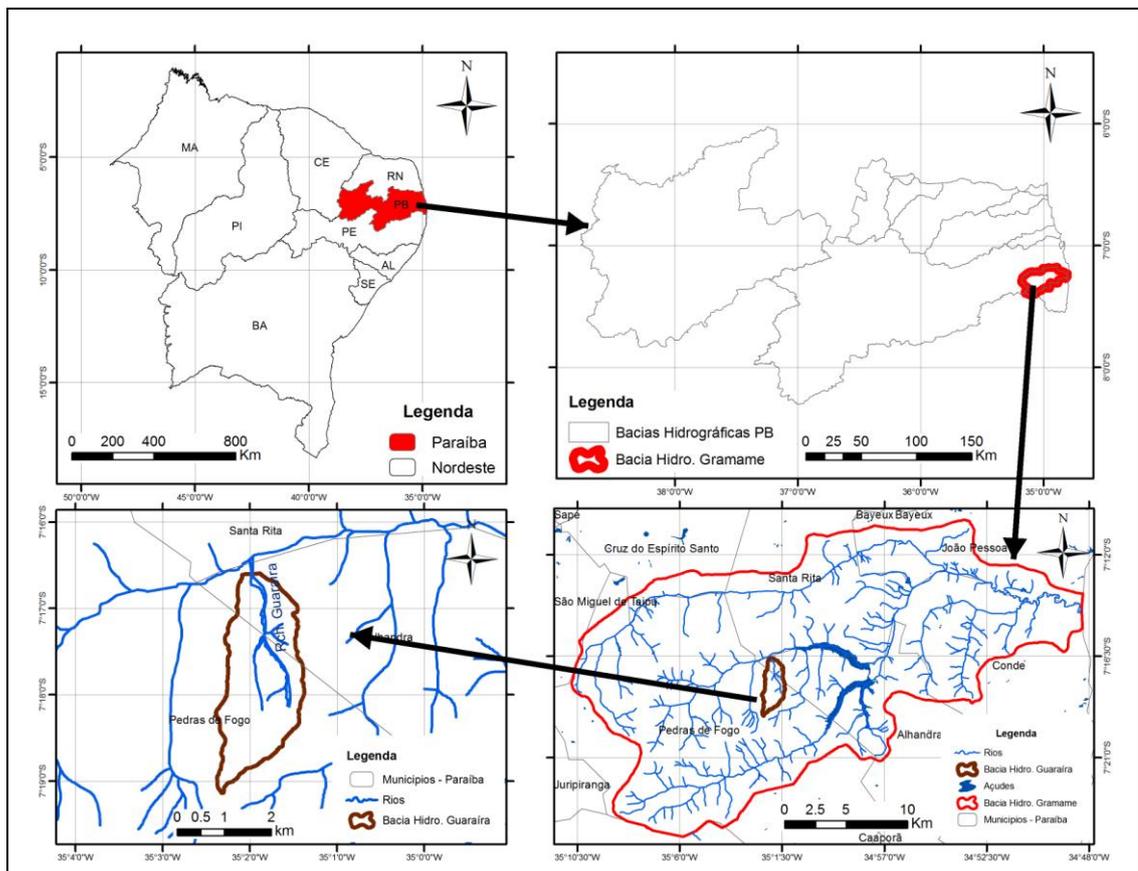


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Riacho Guaraira

Ela é uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Gramame, que está inserida em área pertencente à microrregião homogênea, denominada Litorânea Sul Paraibana, a mesma vem passando por um processo de desmatamento e ocupação desordenada, onde 85% da sua área são ocupadas principalmente pela monocultura da cana-de-açúcar, do abacaxi e áreas urbanas, no entanto, existem apenas 15% de vegetação nativa, ciliar e mangue.

Possui uma área de aproximadamente 590 km<sup>2</sup>, onde também se encontra o açude Gramame Mamuaba, que contém capacidade de armazenamento de 56 milhões de m<sup>3</sup>, o qual é utilizado para o abastecimento público da Grande João Pessoa, IBESA (2004).

A bacia do Guaraira encontra-se em processo de antropismo, à imagem de quase todas as bacias do litoral nordestino, ocupada principalmente pela monocultura da cana-de-açúcar, no entanto existem alguns remanescentes de vegetações de Capoeira e de Mata Atlântica, IBESA (2004).

### Altimetria e Hidrografia

Foi realizado um levantamento topográfico para a bacia experimental, utilizando uma estação total e um receptor GPS e que a partir desse levantamento elaborou-se uma carta topográfica

na escala de 1:10.000 com curvas de nível com equidistância de cinco metros e com as curvas foi gerada uma *triangulated irregular network (TIN)*, como pode ser visto na figura 2, a qual mostra a diferença de altitude na área da bacia. O levantamento topográfico também gerou uma carta de igual escala para os cursos d'água existentes na bacia. Com relação à hidrografia, na bacia encontram-se oito canais com um comprimento total de aproximadamente 5,2 km, sendo cinco canais de primeira ordem, dois de segunda ordem e um de terceira ordem.

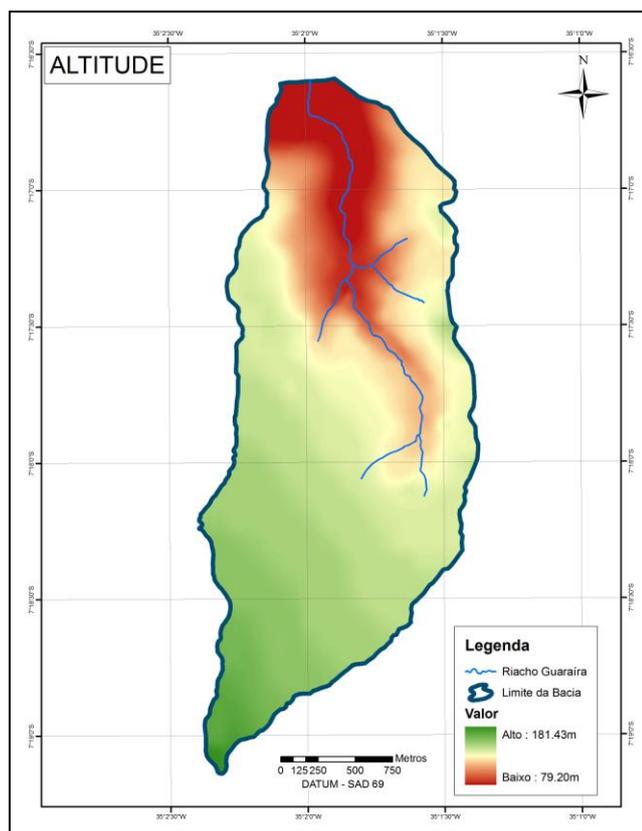


Figura 2 – Altitude e hidrográfica da bacia hidrográfica do Riacho Guaraira

## Solos

A partir do levantamento topográfico e delimitação da bacia, realizou-se a identificação dos tipos de solos existente na mesma, de acordo com cessão dessas informações pela Agência de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Encontram-se na bacia dois tipos de solos, o Podzol Hidromórfico (HP) encontrado em 22% da área da bacia e o Podzólico Vermelho-Amarelo (PV11 e PV19) nos 78% da área restantes, isso pode ser visto na figura 3.

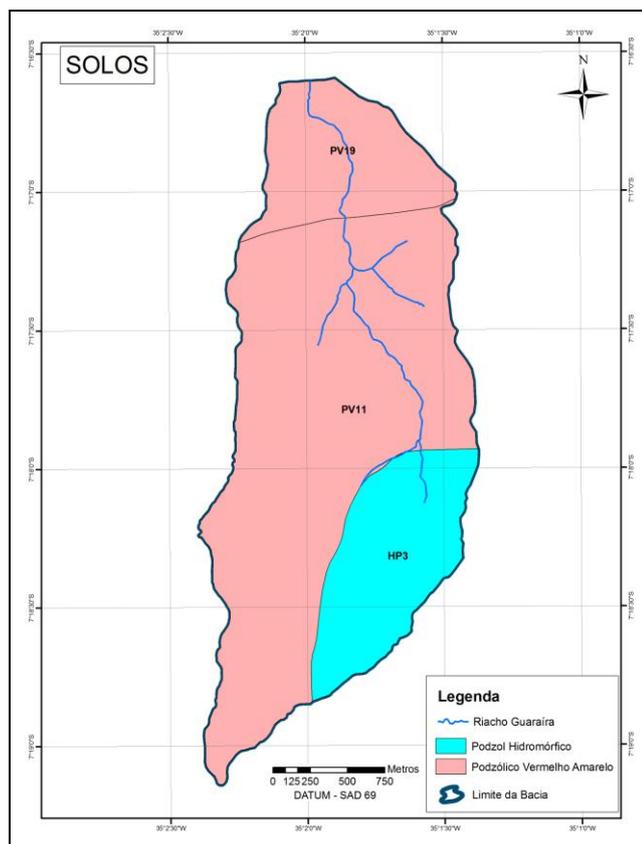


Figura 3 – Solos da bacia hidrográfica do Riacho Guaraíra

## Clima

Na bacia experimental do riacho Guaraíra estão instalados equipamentos para o monitoramento climatológico e pluviométrico através de quatro estações pluviométricas e uma estação climatológica. Do ponto de vista climatológico, observa-se que o período chuvoso concentra-se em cinco meses, compreendidos entre março e julho, com uma precipitação média anual de aproximadamente 1.600 mm.

## Uso do solo

A bacia vem passando por um processo de desmatamento e ocupação desordenada, como pode ser observado na figura 4. Em 2005, ano da imagem de satélite disponibilizada pelo *Google Earth*, a área de mata densa ocupa apenas 27,23% da área da bacia, já a cana de açúcar ocupa 32,88%. A cultura do abacaxi aparece com 0,75%, do território da bacia, a maior ocupação refere-se à vegetação rasteira que possui 38,94% e a menor aludem às edificações existentes na área da bacia do Riacho Guaraíra.

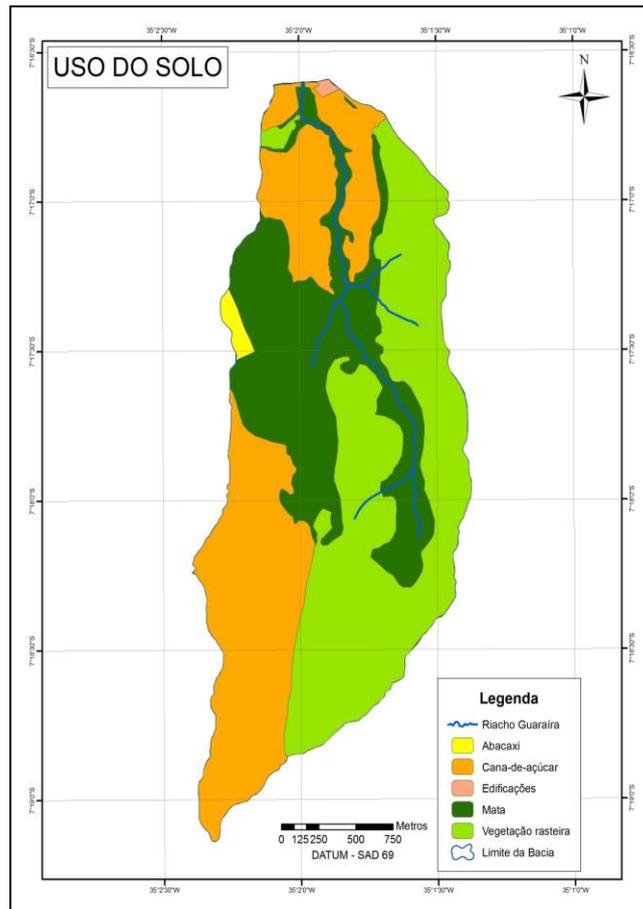


Figura 4 – Uso do solo da bacia hidrográfica do Riacho Guaraíra

## MATERIAIS E MÉTODOS

O método Bávaro intitulado “*Mapping and assessment methods for the structure of waters*, BAYLFW (2002)”, foi selecionado como ferramenta de avaliação, pois segundo Reh e Kraus (2009) é possível afirmar que o mapeamento das condições hidromorfológicas de corpos hídricos através do método Bávaro representa um modelo de mapeamento reconhecido e bem estabelecido na Alemanha . Ele é aplicado desde 1995 em todos os corpos hídricos da Baviera para o planejamento e gestão das águas, BAYLFW (2002).

O método Bávaro pode ser aplicado a corpos hídricos em campo aberto e em áreas urbanas, isso é realizado por meio de um levantamento cadastral realizado em campo, onde são observados parâmetros que representam o estado morfológico do rio. O processo de avaliação é destinado para agentes com conhecimento relevante e experiência em lidar com recursos hídricos, particularmente nas áreas de engenharia hídrica, biologia e cartografia, BAYLFW (2002).

O método Bávaro será utilizado, pois ele foi elaborado para a avaliação do estado dos corpos hídricos, como também para a determinação precisa dos locais carentes de renaturalização. Além disso, ele fornece dados básicos que permitem o desenvolvimento de planos de gestão para os recursos hídricos.

O curso d'água (sistema total) é estudado a partir de diferentes unidades hierárquicas como pode ser observado na figura 5, o sistema total são dois subsistemas: o leito do rio e da várzea. Por sua vez, estes subsistemas são avaliados por meio de funções hidromorfológicas formadas por parâmetros individuais. Cada uma dessas unidades hierárquicas é avaliada individualmente. Portanto, a estrutura dos corpos hídricos é resultado de dois subsistemas: "dinâmica do leito do rio" e "dinâmica de várzea".

A partir das informações mencionadas acima, a bacia experimental do riacho Guaraíra, que é alvo deste estudo, será analisada através do método Bávaro de avaliação hidromorfológica para observar as condições que estão os corpos hídricos da referida bacia.

Haja vista, que o referido local tem sido antropizado, principalmente pela cultura da cana-de-açúcar, que ocupa 32,88% do território da bacia. Por isso, se faz necessários estudos que avalie a condição hidromorfológica dos corpos hídricos da bacia, para que seja possível recuperá-la ou realizar investimentos, e possíveis intervenções de forma pontual, por parte do setor público/privado.

Por outro lado também, é necessária a geração de um arcabouço de informações precisas em relação aos corpos hídricos da bacia. Pretende-se então com isso, vislumbrar a real situação da bacia no que diz respeito aos seus aspectos hidromorfológicos. Sendo de grande valia para gestão dos recursos hídricos.

Enfim, o conhecimento das condições morfológicas de uma bacia hidrográfica e de suma importância para gestão dos recursos hídricos, pois o crescimento das demandas da sociedade ocorreu sem que houvesse uma preocupação com as questões relacionadas à proteção dos recursos naturais, qualidade ambiental e desenvolvimento sustentável. Esse crescimento tem provocado uma degradação gradativa dos recursos naturais, principalmente dos mananciais de águas doces subterrâneos e superficiais.

Com o método Bávaro serão coletados e avaliados vinte e seis parâmetros individuais, entretanto, cinco parâmetros são incluídos para obter informações apenas para fins de planejamento. Assim, pode-se distinguir entre os parâmetros diretamente incluídos na avaliação (mostrado na cor azul) e parâmetros opcionais coletados por meio de relatórios (mostrado na cor laranja), como podem ser observados na figura 5. Desta forma, maiores detalhes nas medições baseadas nos objetivos, podem ser feitas por parâmetros adicionais.

Os parâmetros individuais relacionam sete funções hidromorfológicas complexas, como pode ser observado na figura 5. Como já citado anteriormente, essas funções complexas formam os subsistemas do leito do rio e da várzea. Finalmente esses dois subsistemas juntos formam o sistema total da estrutura do corpo hídrico. Esta classificação é o fator decisivo na avaliação geral.

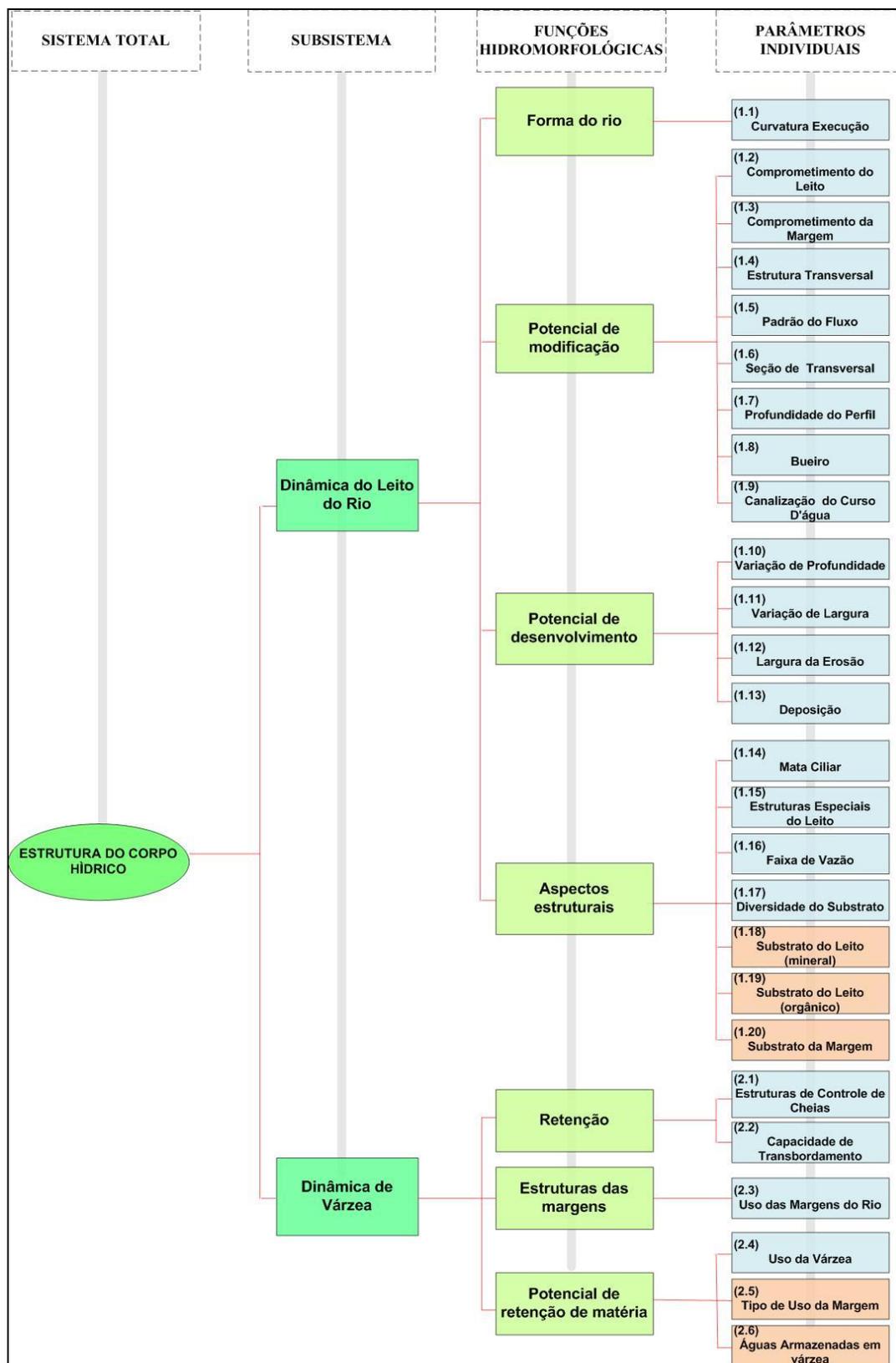


Figura 5 – Parâmetro da avaliação dos corpos hídricos no método Bávaro

Desta forma, a primeira etapa é a realização de uma pesquisa bibliográfica sobre método utilizado, após a etapa de pesquisa bibliográfica, será realizada uma análise de escritório para que haja objetividade na avaliação dos parâmetros (uso e ocupação do solo, relevo, clima, solos, entre outros) de maneira que elimine tendências nos dados em relação às características naturais. Com isso, será utilizada uma ficha de cadastro com auxílio de uma base cartográfica e de imagens de satélite, onde serão informadas as características de cada corpo hídrico analisado. A ficha divide dois subsistemas: um – dinâmica do leito do rio e dois – dinâmica da várzea. Nos subsistemas um e dois são preenchidas algumas informações que serão comparadas com informações de campo, isso no caso de tais informações existirem. Mais a frente serão mostrados alguns parâmetros individuais do subsistema um, que são preenchidos no escritório, valendo salientar que tal preenchimento e comparação com levantamento de campo acontecerá no caso da existência de tais informações preliminares.

A próxima etapa a ser realizada, consiste nas visitas à bacia do riacho Guaraíra, para identificar a localização do riacho e seus afluentes, e também delimitar trechos a cada cem metros a partir da nascente do riacho até sua jusante, como pode ser visto na figura 6.

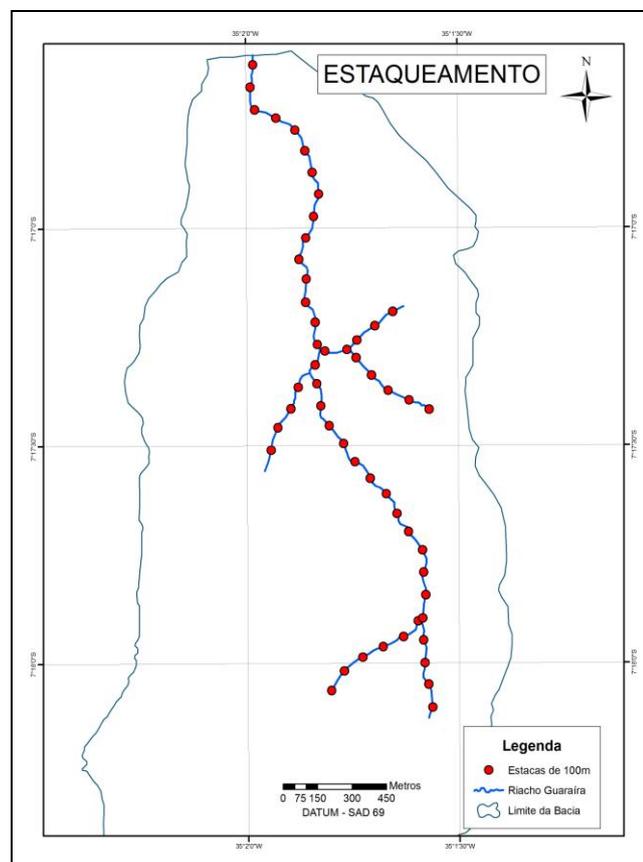


Figura 6 – Estaqueamento de cem metros do Riacho Guaraíra

Esta é uma fase do estudo que demanda bastante tempo, pois serão percorridos todos os cursos d'água. Para isto, se fazem necessários à utilização de uma trena métrica, piquetes que possam delimitar cada seção e um GPS para realização de uma comparação com as estacas delimitadas no escritório, estando em conjunto com uma câmera fotográfica digital para registrar de forma clara a visualização de cada seção. Dentro de cada seção serão observados e preenchidos os cadastros com as características hidromorfológicas.

Esse preenchimento pode ser comparado ou não com as informações de escritório, como foi citado anteriormente. Na figura 7, pode-se observar o subsistema um – dinâmica do leito do rio e as funções hidromorfológicas: Forma do rio e Potencial de modificação, algumas delas são preenchidas primeiramente de acordo com as informações de escritório para comparação com o campo ou apenas são preenchidas por completo com o levantamento de campo. A partir do preenchimento dos parâmetros individuais, pode-se avaliar o grau de modificação do corpo hídrico dentro dessas duas funções hidromorfológicas. Onde é colocado na avaliação da dinâmica do leito o valor da Forma do rio e o maior valor do Potencial de modificação. Entretanto, não é possível chegar ao valor final do grau de modificação da dinâmica do leito do rio, pois ainda faltam as avaliações de mais duas funções hidromorfológicas para poder chegar a esse valor. Mas para obter o valor global, ou seja, o sistema total, faz-se necessário a junção dos dois subsistemas do leito do rio e várzea.

### 1. Dinâmica do Leito do Rio

#### Forma do rio

3.1. Curvatura de execução

	Tipo de curvatura			
	M	W	SW	C
Sinuso (M)	0	0	0	0
Tortuoso (W)	0	0	0	0
Ligamente tortuoso (SW)	0	0	0	0
Salicão (C)	0	0	0	0
Reto (-)	0	0	0	0

Valor: \_\_\_\_\_

#### Potencial de Modificação

##### 1.2 Compromet. do Leito

	0	+10%	+10-50	+50%	Sed.
Não revestido	1				
Revestimento aberto	2	2	2		
Revestimento fechado	3	2	2		
Bloco de preenchimento (aberto)	0	0	0	0	0
Revestimento (aberto)	0	0	0	0	0
Outro revestimento aberto	0	0	0	0	0
revestimento de madeira (fechado)	0	0	0	0	0
Concreto e grama (fechado)	0	0	0	0	0
Paralelepípedo (fechado)	0	0	0	0	0
Concreto/estribo (fechado)	0	0	0	0	0
Outro revestimento fechado	0	0	0	0	0

Valor (maior número): \_\_\_\_\_

##### 1.3 Compromet. de Margem

	0	0
Não fixação de margem	0	0
apelo	0	0
matadouro	0	0
preconstrução	0	0
matéria vegetal	+	+
fixação de margem em madeira	+	+
Muro bloco	+	+
geopapeis/rochas	+	+
Concreto e grama	+	+
Paralelepípedo	+	+
Concreto/estribo	+	+
Estacas	+	+
Alvenaria	+	+

Valor (maior número): \_\_\_\_\_

#### 3.4. Estrutura transversal

	Mão principal	MZ
	+50 cm/50-100	+100
não disponível	1	
estrutura transversal total	3	3
estrutura transversal parcial	0	7
Limite Orco	0	0
Limite bloco	0	0
Escada	0	0
Rapido, declive 2%	0	0
Plata exclusiva	0	0
Rapido	0	0
Semira	0	0

(Número de estruturas)  
Curso devedor.  
Valor (maior número): \_\_\_\_\_

#### 1.5 Padrão de fluxo

	Sedimento grosseiro				Sedimento fino, <0,075			
	+10%	10-50	+50%	+10%	10-50	+50%	+10%	10-50
Queda	0	0	0	0	0	0	0	0
Interposto	0	0	0	0	0	0	0	0
Rápido escoamento	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo lento	1	2	2	1	2	2		
Fluxo quase parado	1	2	7	1	2	2		
Fluxo não reconectivo	0	0	0	0	0	0	0	0

Valor (maior número, por razões técnicas): \_\_\_\_\_

#### 3.6. Seção transversal

	0	1
Perfil irregular	0	0
Perfil irregular duplo	0	0
Perfil com estr. de fixação	0	0
Perfil sem estr. de fixação	0	1
Irregular	1	1

Valor (maior número): \_\_\_\_\_

#### 1.6 Capacidade do curso d'água

	0	0
Não disponível	0	0
extensão = 10%	0	0
extensão = 10 - 50%	0	0
extensão = 50%	0	0

Valor: \_\_\_\_\_

#### 3.8. Grau de alteração

	0	1
Plano	0	0
Fundo	0	0

Valor: \_\_\_\_\_

#### 1.7 Bueiro

	0
Não disponível	0
extensão = 10%	0
extensão = 10 - 50%	0
extensão = 50%	0

Valor: \_\_\_\_\_

#### 1.8 Capacidade do curso d'água

	0	0
Não disponível	0	0
extensão = 10%	0	0
extensão = 10 - 50%	0	0
extensão = 50%	0	0

Valor: \_\_\_\_\_

#### Avaliação da dinâmica do leito

Transferir valores para a próxima página

Forma do rio:

= 1.1

Potencial de modificação:

= maior número

14 Queda, 15. April 2022

Figura 7 – Subsistema um (Forma do rio e Potencial de modificação)

Já na figura 8, pode-se observar o subsistema dois – dinâmica da várzea e as funções hidromorfológicas: Retenção, Estruturas das margens, Potencial de retenção da matéria, elas são preenchidas por completo com o levantamento de campo. Onde é colocado na avaliação da dinâmica da várzea maior o valor na função Retenção e um valor para Estruturas das margens e outro para Potencial de retenção da matéria, contudo, esses valores podem ser iguais ou não, isso dependerá exclusivamente da resposta encontrada em campo. Como pode ser observado na figura 8, é possível chegar ao valor final do grau de modificação da dinâmica da várzea, pois essas três funções hidromorfológicas formam a dinâmica da várzea. Na figura 8, também se pode observar dois parâmetros individuais que servem apenas a título informativo: águas armazenadas em várzea e tipo de uso da margem, ou seja, servem apenas para ter conhecimento de algumas informações que possam existir na várzea, mas que não alteram as características da várzea.

## 2. Dinâmica de Várzea

### Retenção

**2.1 Estruturas de controle de cheias**

não disponível	1
disponível na várzea	4
não disponível na várzea	7
<b>valor:</b>	

**2.2 Capacidade de transbordamento**

natural	1	1
comprometida	3	1
muito reduzida	7	1
<b>valor:</b>		

### Pot. de retenção da matéria

**2.4 Uso das várzeas**

	E	D
Floresta/matagal	1	1
Floresta de espécies não nativas	4	4
Extensa/ não utilizada	3	3
Pastagem intensiva	4	4
Terras agrícolas	5	5
Áreas pavimentadas	7	7
Sem uso extensivo de complexas construções/agricultura	3	3
Sem uso intensivo de complexas construções/agricultura	4	4
Perímetro com uso de construções/agricultura	5	5
Natural, não há problemas com a várzea	1	1
<b>Valor (maior número):</b>		

### Estruturas das margens

**2.3 Uso das margens do rio**

	Esquerda		Direita	
	margem	borda	margem	borda
Floresta/matagal	2		2	
Floresta de espécies não nativas	5		5	
Extensa/ não utilizada	3		3	
Pastagem intensiva	5		5	
Terras agrícolas	6		6	
Áreas pavimentadas	7		7	
Perímetro extensivo sem construções/agricultura	3		3	
Perímetro intensivo sem construções/agricultura	5		5	
Perímetro com uso de construções/agricultura	6		6	
Floresta fechada		1		1
Áreas pavimentadas		-1		-1
Valor (Área da margem com menos água)				
Natural, não há problemas com a margem	1		1	
<b>Valor (maior número):</b>				

### Apenas a título informativo, sem avaliação

**2.6 Águas armazenadas em várzea**

	E	D
Igarapé	x	x
Remanso	x	x
lagoa de cascalho	x	x
Nebolina	x	x
Igarapé(morto)	x	x
Tanque de passagem de peixe	x	x
Viveiro de peixe	x	x
Lagoa temporária	x	x
Canal de inundação	x	x

### 2.5 Tipo de uso da margem

	E	D
Área específica de floresta	x	x
Floresta de espécies não nativas	x	x
Mata nativa	x	x
Mata não nativa	x	x
Gramma 2-schürig	x	x
Gramma Streuwiesen	x	x
Capim	x	x
Ervas Altas	x	x
Juncos	x	x
Neofitos	x	x
Gramma Wiesen 3	x	x
Pasto	x	x
Gramma	x	x
Terras agrícolas	x	x
Áreas residenciais	x	x
Instalações industriais e comerciais	x	x
Áreas de tráfego	x	x
Aterros, escavações	x	x
Áreas de lazer e recreação	x	x

### Avaliação da dinâmica de várzea

**Estrutura de classe:**

**Retenção:**

2.1

2.2

=maior número

**Estrutura das margens:**

= 2.3

**Potencial de retenção da matéria:**

= 2.4

Figura 8 – Subsistema dois (dinâmica da várzea)

Com a junção das informações coletadas em campo de cada seção de cem metros que foram aplicadas nas fichas de cadastro, serão observados os níveis de degradação, que serão apresentados em forma de valores numéricos de uma escala que varia de um (inalterado) a sete (completamente alterado) como pode ser observado na figura 9.

Estrutura da classe	1	2	3	4	5	6	7
Dinâmica do rio	Inalterado	Levemente alterado	Moderadamente alterado	Consideravelmente alterado	Profundamente alterado	Muito Profundamente alterado	Completamente alterado

Figura 9 – Estrutura da dinâmica do curso d água

A determinação de um parâmetro é feita através de uma comparação entre a condição do local com uma descrição pré-definida pelo método. Aqui, na maioria dos casos a aplicação deve ser escolhida a que corresponde à situação do local.

Após serem obtidas as informações das respectivas seções de cem metros, estas serão implantadas em um SIG, de forma que o método possa ser analisado com o levantamento de campo. Assim, observando os pontos positivos e negativos do método. Isso ocorre por meio de mapas temáticos com as variações de cores referidas anteriormente, as quais mostrarão o desvio ou não de sua condição natural da bacia do Guaraíra.

## DISCUSSÕES

Através do levantamento topográfico realizado na bacia do riacho Guaraíra, juntamente com as imagens de satélite do *Google Earth*, foram realizadas algumas avaliações em escritório, como por exemplo, a análise do coeficiente de sinuosidade do rio nas seções de cem metros, observou-se também o tipo de regime para saber se ele é perene ou intermitente e se possui ramificações ou não. Com esse levantamento preliminar das informações citadas acima em conjunto de outras, conseguiu-se chegar a esta situação do grau de modificação que se encontra o riacho Guaraíra, como podem ser observadas na figura 10.

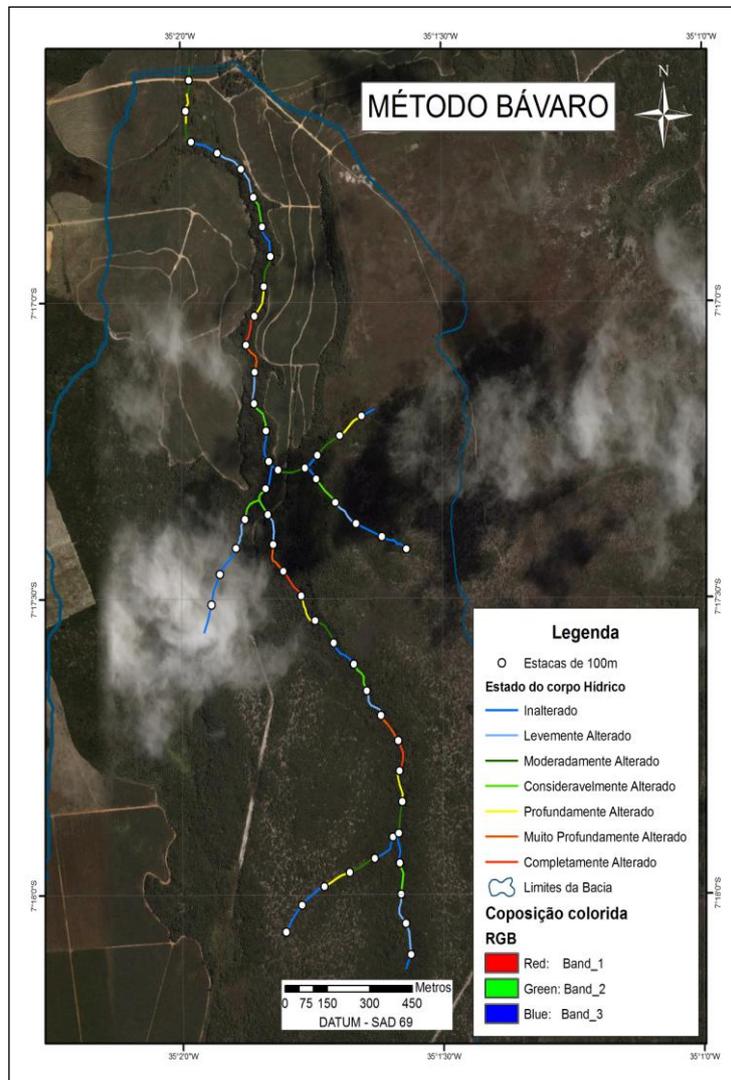


Figura 10 – Primeiros resultados dos corpos hídricos com o método Bávaro

Analisou-se a largura do riacho, como também, foi possível observar o uso e ocupação do solo através das imagens do *Google Earth* para ter uma visão preliminar da situação da bacia no que tange as questões ambientais, entretanto, nos faltaram algumas informações que poderiam ser analisadas em escritório, tais como:

- a) Comprometimento do leito;
- b) Comprometimento da margem;
- c) Mata ciliar;
- d) Estrutura transversal;
- e) Variação de profundidade.

Mas tais informações não irão influenciar no resultado final do trabalho, pois essas e outras informações permitem uma visão inicial da área, contudo as informações com mais veracidade serão aferidas no levantamento de campo.

## CONCLUSÕES

### **Críticas sobre o uso do método Bávaro em corpos hídricos brasileiros.**

No decorrer do estudo realizado, evidencia-se a necessidade da adequação de métodos de avaliação hidromorfológica para a região em análise. Neste trabalho, essa adequação é justificada pela não compatibilidade de parâmetros considerados principais em corpos hídricos alemães e demais corpos hídricos, visto a variação no clima, vegetação, topografia e nos principais usos do solo. Espécies exóticas citadas no parâmetro “Mata Ciliar”, por exemplo, não podem ser encontradas na região e não fazem parte da realidade local, o que pode causar uma alteração no resultado final da avaliação.

### **Características do o uso e ocupação do solo que estão associadas com a alteração do estado natural do rio.**

Pode-se dizer que, o fato de não preservar as matas ciliares, implica em ser um dos principais aspectos modificadores da condição natural do rio, pois ela exerce a proteção do solo contra os processos erosivos, evitando que a terra seja carreada para os rios, açudes e lagoas, os quais ficam assoreados, tendendo a ficar cada vez mais rasos e, portanto, com menor capacidade de acumulação de água. Com isso, os ecossistemas aquáticos são afetados, acarretando no desequilíbrio das relações ecológicas da região.

A água é um dos recursos naturais mais importantes para a humanidade, entretanto a vegetação natural continua sendo eliminada, cedendo lugar para a agricultura e a pecuária e, na maioria dos casos, sendo transformadas apenas em áreas degradadas, sem qualquer tipo de produção. No caso da bacia do Guaraíra, a vegetação natural cedeu lugar para mais de 30% para cultura da cana-de-açúcar e do abacaxi. Com isso, há necessidade de intervenções das autoridades responsáveis pela conservação ambiental no sentido de preservarem a mata e o rio que sobrevivem a degradação, e que os produtores rurais e a população em geral sejam conscientizados sobre a importância da conservação das características naturais do rio e da vegetação.

## **Parâmetros a ser levados em consideração para avaliar a estrutura hidromorfológica de rios e seu estado de alteração.**

Apesar de o método Bávaro apresentar inúmeros parâmetros, existem outros que poderiam ser levados em consideração para uma avaliação hidromorfológica mais completa, em relação ao estado de alteração de um rio. O método croata “*Assessment of hydromorphological status and assessment of risks to achievement of a good ecological status of water as a result of hydromorphological alterations*” apresenta obras de engenharia como estruturas causadoras de impactos a estrutura física do rio. Neste método consideram-se mais do que a própria hidromorfologia do rio, incluem-se ainda dentre outros, obras de diques, gabiões, vertedouros, barragens e muros de retenção, que são fatores de modificação da estrutura do rio e que como foi citado anteriormente não constam no método Bávaro.

## **BIBLIOGRAFIA**

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT. (2002). *Kartier-und Bewertungsverfahren Gewässerstruktur: Erläuterungsbericht, Kartierund Bewertungsanleitung*. Lazarettstraße 67, D-80636 München.

COMISSÃO EUROPEIA (2000). *Introduction of the new EU Water Framework Directive. 2000*. DIRECTIVA 2000/60/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO. Jornal Oficial das Comunidades Europeias de 23 de Outubro de 2000.

CUNHA, S. B. (1994) “*Geomorfologia fluvial*”. In: *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos* Org. por Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. pp 150-161.

IBESA (2004). *Bacia Experimental do Rio Guaraíra*. Projeto financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP.

INAG (2009). *Critérios pra Classificação do Estado das Massas de Águas Superficiais – Rios e Albufeiras*. Instituto da Água, I.P, Lisboa.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; IBAMA. *Avaliação dos valores máximos estabelecidos para os parâmetros das classes de águas*. MMA e IBAMA, Brasília - DF.

LUIZ, E. L. (2009). “*Dinâmica hidrológica do médio vale do rio Amola Faca, sul de Santa Catarina, Brasil: processos de erosão e deposição no canal*”. *Terr@Plural*, Ponta Grossa, v.3, n.2, p.261-276.

MACEDO, D. R.; CALLISTO, M.; MAGALHÃES JR, A. P. (2011). “*Restauração de Cursos d’água em Áreas Urbanizadas: Perspectivas para a Realidade Brasileira*”. *RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos* Volume 16 n.3 - pp, 127-139.

PIZELLA, D. G.; SOUZA, M. P. (2007). “Análise da sustentabilidade ambiental do sistema de classificação das águas doces superficiais brasileiras”. Eng. Sanit. Ambient. [online]., vol.12, n.2, pp. 139-148.

RAVEN, P.J.; HOLMES,N,T,H.; CHARRIER, P.; DAWSON, F,H.; NAURA, M.; BOON, P.J. (2002). “Towards a harmonized approach for hydromorphological assessment of rivers in Europe: a qualitative comparison of three survey methods”. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. v 12, pp. 405–424.

REH J; KRAUS R. *Comparison of different hydromorphological assessment methods on the example of Croatian surface water bodies.* (2009). 197p. Dissertação de Mestrado - Fachhochschule Weihenstephan, Freising.

SCHEIFHACKEN, N.; HAASE, U.; GRAM-RADU, L.; KOZOVYI, R.; BERENDONK, T.U. (2011). “How to assess hydromorphology? A comparison of Ukrainian and German approaches”. Environmental Earth Sciences, pp 1-17.

WILBY, R.L; ORR, H.G; HEDGER, M.; FORROW, D.; BLACKMORE M. (2006). “Risks posed by climate change to the delivery of Water Framework Directive objectives in the UK”. Environment International. v, 32 pp 1043 –1055.