

IMPORTÂNCIA DA MODELAGEM HIDRODINÂMICA PARA FINS DE REVITALIZAÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA: APLICAÇÃO DO MÉTODO PHABSIM EM UM TRECHO DO RIO DAS VELHAS

Hersília de Andrade e Santos¹, Ceceo Chaves², Cecília Gontijo Leal² & Paulo dos Santos Pompeu²

RESUMO

A modelagem hidrodinâmica do escoamento rios têm grande aplicação em estudos de obras de drenagem, mas poucas são as aplicações desta ferramenta para revitalização de cursos d'água no Brasil. Minas Gerais apresenta vários rios impactados entre eles o Rio das Velhas que, ao atravessar a Região Metropolitana de Belo Horizonte, recebe afluentes com cargas de esgotos e sedimentos, que leva à perda de qualidade de água e ao assoreamento. Pretendendo melhorar a qualidade da água, o governo de Minas Gerais estabeleceu a meta 2010, para recuperação do trecho mais poluído na bacia. Estudos recentes têm mostrado que as espécies de peixes migradoras, que antes não atravessavam a mais poluída, hoje são encontradas neste trecho. Experiências mundiais mostram que o retorno das funções ecológicas de curso d'água envolve a melhoria dos chamados habitats físicos das espécies. Neste contexto, a modelagem hidrodinâmica tem papel fundamental. Desta forma, o presente estudo consistiu na aplicação da simulação hidráulica através do método do PHABSIM em um trecho degradado e um trecho melhor preservado da Bacia do Rio das Velhas. Utilizando-se das curvas de uso hidráulico de 2 espécies de peixes, foi possível determinar que o trecho degradado apresenta menos habitats hidráulicos para uma espécie, *Bryconamericus stramineus*.

ABSTRACT –The hydrodynamic simulation of rivers has been applied for drainage studies, but in Brazil this approach have not been used for river revitalization. Minas Gerais have many impacted rivers. One of them is Velhas River, which receives the sewage and sediments flow from the Metropolitan Region of Belo Horizonte. It leads to water quality loss and sedimentation in this reach. In order to restore the water quality, the Minas Gerais government and Manuelzão Project establish the 2010 goal. Recent studies showed the migratory fish species, which before the treatment did not pass through Belo Horizonte reach, are now meet in this area. However, international experiences show that ecological function restoration depends on the improvement of physical habitats. In this context, the hydrodynamic simulation is an important tool. This paper presents an application of this simulation, by the PHABSIM method, in an impacted reach and in a well-preserved reach of Velhas River Basin. Based on the use curve of two fish species it was possible to conclude that the impacted reach show few hydraulic habitats for one species, *Bryconamericus stramineus*.

Palavras-chave: Revitalização de cursos d'água, modelagem hidrodinâmica e Rio das Velhas.

¹ Professora do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais Av. Amazonas 7675, Cep: 30510-000. Belo Horizonte (MG) E-mail: hsantos@civil.cefetmg.br

² Pesquisadores do Laboratório de Ecologia de Peixes, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, Campus da UFLA, Lavras (MG). Cep: 37200-000 Email: pompeu@ufla.br

INTRODUÇÃO

A modelagem hidrodinâmica do escoamento de córregos e rios têm grande aplicação em estudos de obras de drenagem, principalmente nas voltadas para canalização e retificação de cursos d'água. No Brasil, muitos rios são diariamente suprimidos da paisagem urbana, em função das demandas por espaço e da falsa idéia de solução dos problemas sanitários relacionados ao mesmo.

Entretanto, esta não tem sido a tendência seguida por muitos países como Alemanha, Inglaterra, França e Coréia, que tentam, ao custo de um passado bastante degradador dos cursos d'água, recuperá-los em termos de qualidade d'água e reintegrá-los ao cenário paisagístico.

Não muito diferente dos aspectos dos principais cursos d'água do país, encontra-se o Rio das Velhas, um dos principais afluentes do rio São Francisco, juntamente com o Paracatu (Brasil, 1980). Possuindo uma extensão de 802 Km (Camargos, 2005), este curso d'água atravessa a Região Metropolitana de Belo Horizonte recebendo ali afluentes com cargas de esgotos e de sedimentos, que contribuem para perda de qualidade de água e para o processo de assoreamento e simplificação das seções do canal. Devido ao seu porte nesta região, o Rio das Velhas não apresenta trechos canalizados mas sim retificados, principalmente em função do uso e ocupação de suas margens.

Pretendendo melhorar a qualidade da água, o governo de Minas Gerais junto com o projeto Manuelzão estabeleceu a meta 2010, para recuperação do trecho mais poluído na Bacia do Rio das Velhas. O que se objetiva com esta meta é atingir o padrão de qualidade de água que permita navegar, pescar e nadar neste trecho em 2010 (Lisboa *et al.*, 2008).

Estudos recentes têm mostrado que as espécies de peixes migradoras, que antes não atravessam a Região Metropolitana de Belo Horizonte, hoje são encontradas a montante do trecho em questão. Isto mostra que as medidas de tratamento da água têm melhorado substancialmente a qualidade da mesma.

Entretanto, as experiências européias mostram que o retorno das funções ecológicas de cursos d'água envolve a melhoria dos chamados habitats físicos das espécies. Em outras palavras, também é necessário entender e restaurar processos hidro-geomorfológicos que influenciam em características do curso d'água como substrato do leito, velocidade e profundidade do escoamento.

Neste contexto, a modelagem hidrodinâmica tem papel fundamental, pois permite conhecer ao longo de um trecho o comportamento do escoamento para diferentes cenários de vazão. Assim, conhecendo as preferências e os usos de habitats, em termos de aspecto do escoamento, para diferentes espécies, é possível prever as possíveis áreas de uso dentro de um trecho simulado.

Desta forma, o presente estudo consistiu na aplicação da simulação hidráulica através do método do PHABSIM em um trecho degradado, com relação a aspectos meramente físicos, e um trecho melhor preservado ambos situados na Bacia do Rio das Velhas. Utilizando-se das curvas de

uso hidráulico de duas espécies de peixes, foi possível comparar os dois rios estudados com relação ao uso por estas espécies.

PHABSIM

O PHABSIM (Physical Habitat Simulation System) é um método que faz parte do modelo IFIM de determinação de vazão ecológica, e consiste em ligar os resultados da modelagem hidrodinâmica de um trecho com as chamadas preferências ou usos de habitats de determinadas espécies (Blackburn e Steffler , 2002)

O escoamento é avaliado quanto à velocidade e à profundidade enquanto o leito do rio é analisado pelo substrato. Assim, de posse das preferências (ou usos) de uma determinada espécie de peixe frente ao substrato, o método avalia os locais onde são encontrados este substrato no trecho estudado. Assim, é feita uma combinação dos três fatores.

O método pode ser utilizado para qualquer espécie aquática desde que conhecidas suas preferências (ou uso). Para espécies neotropicais de peixes e benthos, não existia até bem pouco tempo nenhuma informação quanto a estes parâmetros (Horta *et al.*, 2009 e Leal *et al.*, 2009).

Para a modelagem hidrodinâmica do trecho a ser estudo, é necessário que se conheça o perfil topográfico. Quanto mais informações a respeito das elevações do trecho, mais cenários de vazão podem ser simulados.

RIO DAS VELHAS – LOCAL DE ESTUDO

O Rio das Velhas é um dos principais tributários do Rio São Francisco e possui sua bacia totalmente no estado de Minas Gerais (2.173 Km²). Com uma extensão de 802 Km, este curso d'água atravessa 51 municípios. Entre as principais atividades antrópicas que ocorrem na bacia estão a mineração, a agricultura e os processos de urbanização (Camargos, 2005).

O trecho que se encontra na região metropolitana de Belo Horizonte é o mais degradado tanto no aspecto físico quanto em qualidade de água. Já alguns afluentes apresentam grau de preservação melhor que a canal principal como, por exemplo, os rios Cipó e Curimataí (Figura 1).

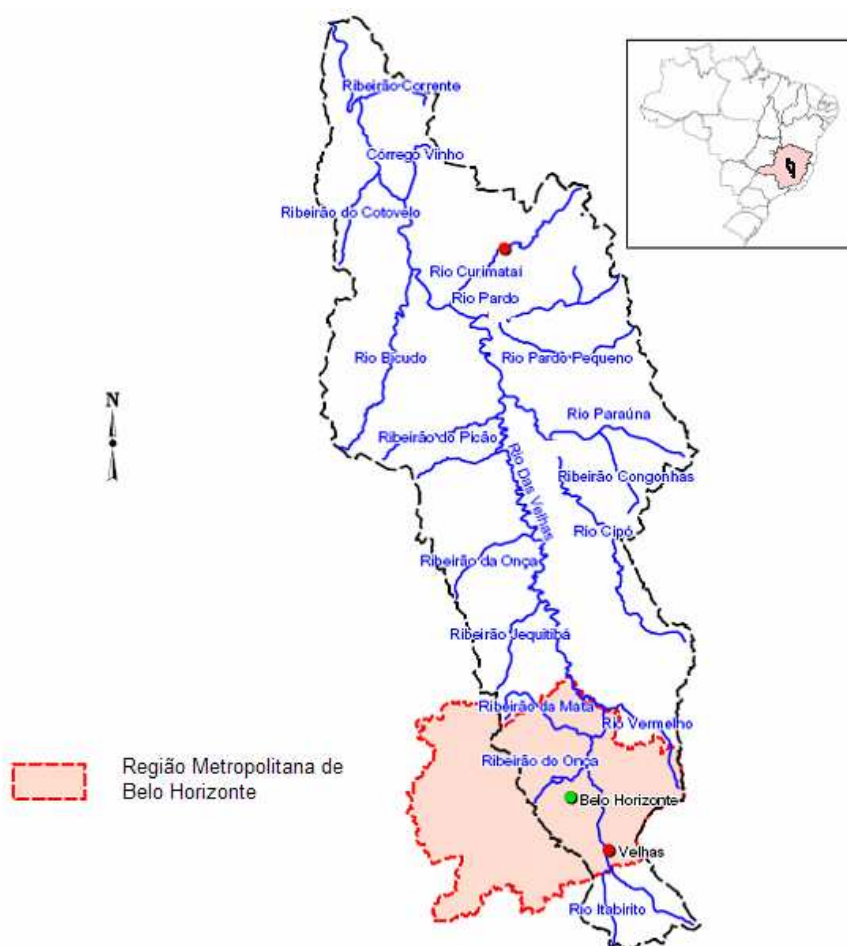


Figura 1- Esquema da Bacia do Rio das Velhas

Para o presente estudo escolheram-se dois trechos na Bacia: um situado na canal principal ($20^{\circ} 06' 01.44''$ S, $43^{\circ} 47' 35.85''$ W) no município de Rio Acima (Região Metropolitana de Belo Horizonte) e outro no Rio Curimataí ($17^{\circ} 59' 33.3''$ S, $44^{\circ} 10' 48.2''$ W). O primeiro encontra-se degradado (Figura 2) sob o aspecto físico (assoreado e sem mata ciliar) enquanto o segundo encontra-se em melhor estado de preservação (Figura 3)



Figura 2 – Trecho do Rio das Velhas simulado



Figura 3 – Trecho do Rio Curimataí simulado

METODOLOGIA

A primeira fase do estudo consistiu no levantamento topográfico dos trechos a serem simulados. Foram coletadas informações de elevação e coordenadas UTM para 1 km de trecho de rio (batimetria) e nas margens esquerda e direita (aproximadamente 30 metros a partir da margem).

O levantamento ocorreu no mês de setembro de 2007 no trecho do Rio das Velhas e no mês de abril de 2008 no trecho do Rio Curimataí. Foram coletados cerca de 2000 pontos em cada trecho.

O software utilizado para aplicação do PHABSIM foi o River 2D, de divulgação livre e desenvolvido pela Universidade de Alberta no Canadá. Este consiste de quatro módulos: River Bed, River Mesh, River 2D e Ice River. Apenas os três primeiros foram utilizados para o presente estudo.

Entrando com os pontos de topografia coletados, o River Bed gera o mapa de elevações do terreno (Figura 4 e 5).

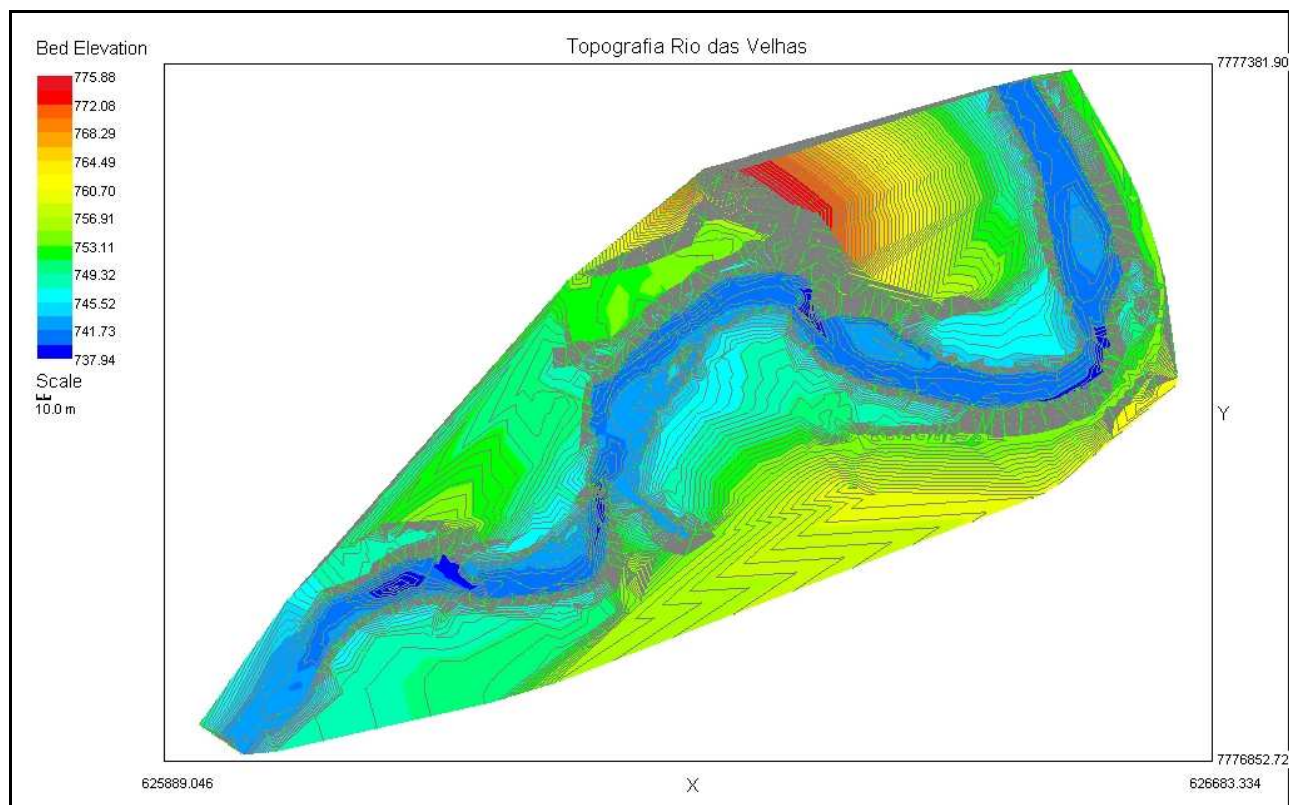


Figura 4 – Topografia do Rio das Velhas

Para a simulação hidrodinâmica também foi necessário coletar informação quanto ao substrato dos trechos. Para isto, foram feitas visitas à campo e com o auxílio de barco foram obtidas informações quanto ao tamanho e tipo de substrato encontrados nos trechos (Figura 6).

Foram produzidos dois cenários de vazão para cada trecho estudado: uma para seca e outro para cheia com tempo de retorno de um ano (Tabela 1). Os dados foram obtidos por meio das estações fluviométricas: 41890000 (Estação de Curimataí) e 41199998 (Honório Bicalho); ambas de propriedade da ANA e operadas pela CPRM.

Para simulação foram assumidas as hipóteses de regime permanente e de não escoamento do leito do rio.

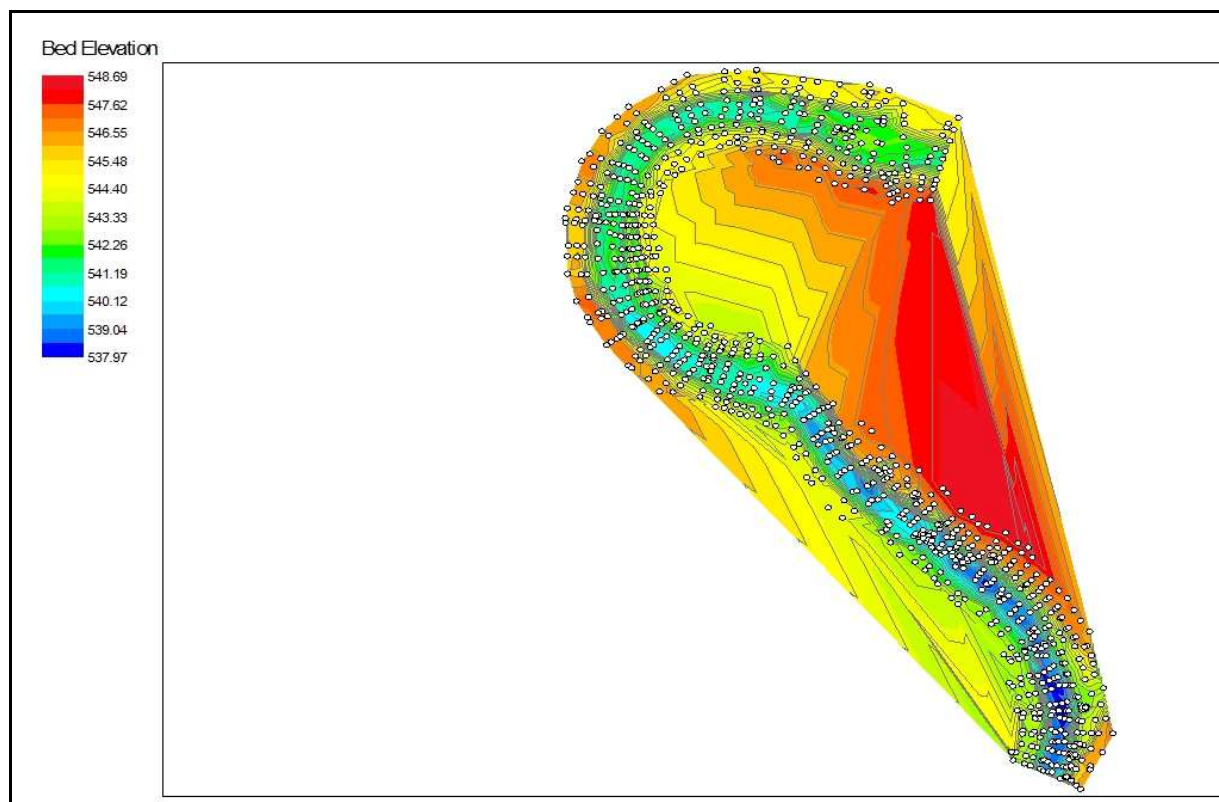


Figura 5 – Topografia do Rio Curimataí

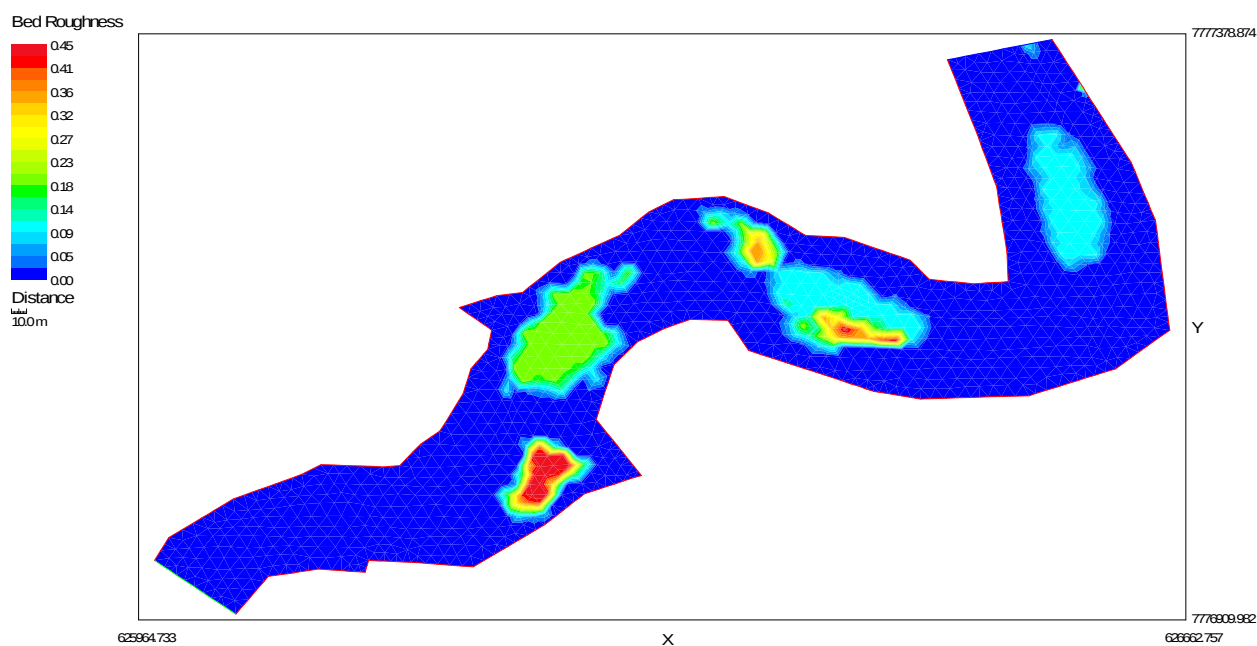


Figura 6 – Rugosidade do Rio das Velhas obtida através do tamanho e do tipo de substrato

Tabela 1 – Valores de vazão (m^3/s) utilizados para cada cenário de simulação

Trecho	Seca	Cheia de TR 1 ano
Rio das Velhas	11	79
Rio Curimataí	1,05	104

RESULTADOS

Para os quatro cenários estudados foram construídos mapas de velocidade e profundidade (Figura 7, 8, 9 e 10). Verificou-se que, para o cenário de seca, o Rio Curimataí apresenta maiores áreas de velocidades baixas do que o Rio das Velhas.

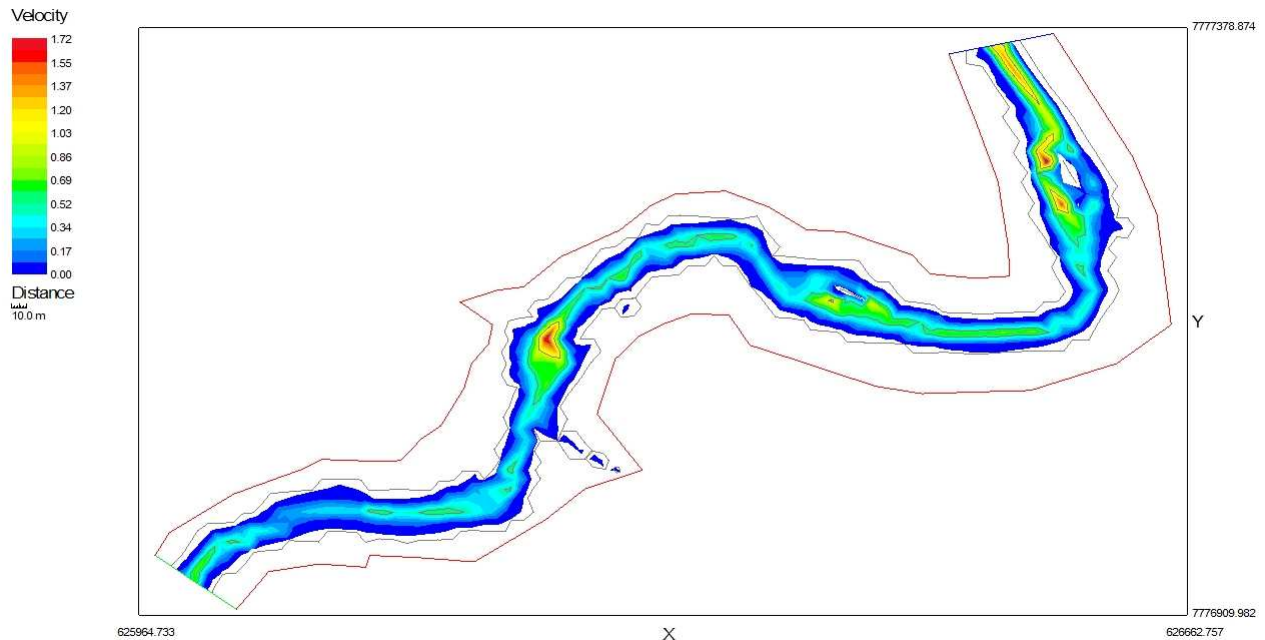


Figura 7 - Campo de Velocidades no Rio das Velhas no cenário de seca

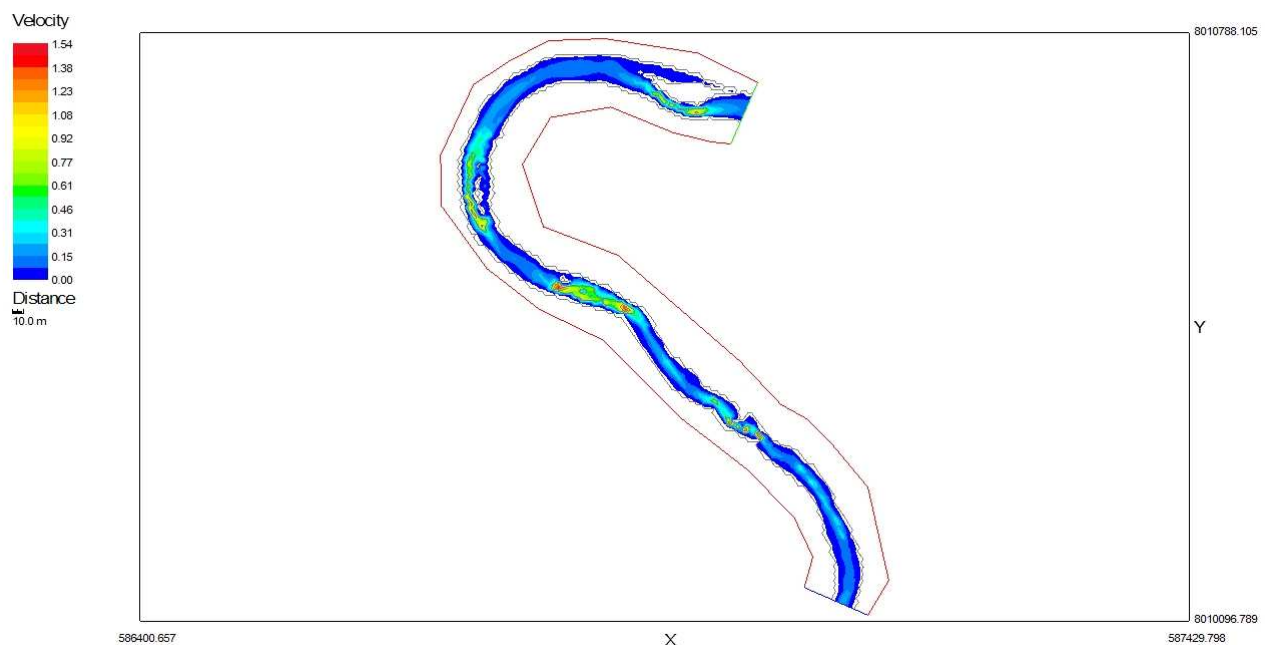


Figura 8 - Campo de Velocidades no Rio Curimataí no cenário de seca

Com relação à profundidade, o Rio das Velhas apresentou profundidades maiores do que o Rio Curimataí (Figura 9 e 10).

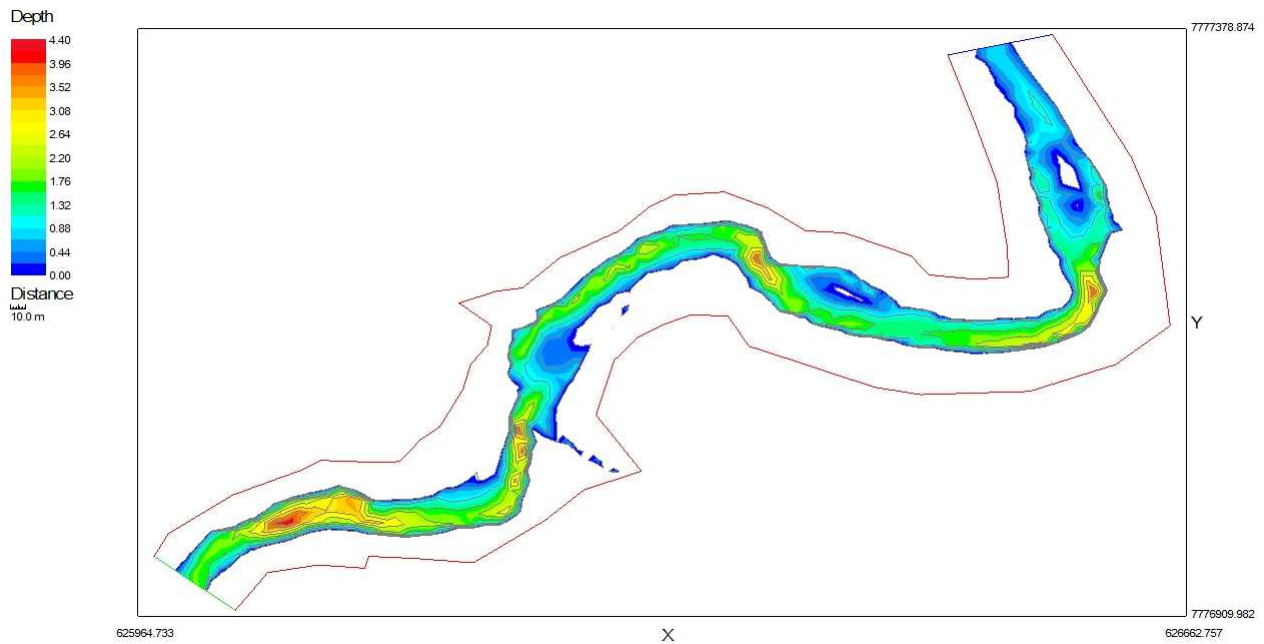


Figura 9 - Campo de Profundidades no Rio das Velhas no cenário de seca

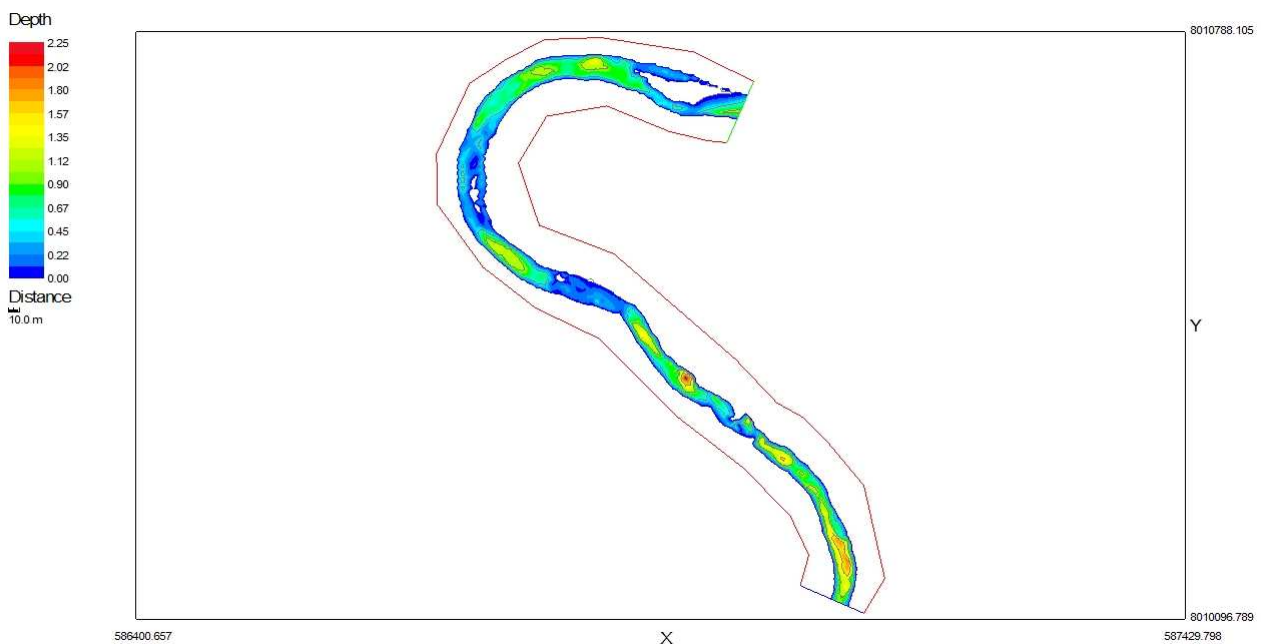


Figura 10 - Campo de Profundidades no Rio Curimataí no cenário de seca

Aplicando as curvas de uso levantadas para duas espécies da Bacia do São Francisco, foram calculadas as áreas disponíveis para uso das mesmas dentro dos trechos simulados. Para *Astyanax* sp. observaram-se quantidades de áreas utilizáveis similares entre os dois rios analisados e nos dois

cenários de vazão. Por outro lado, o Rio Curimataí apresentou mais áreas de habitats para espécie *Bryconamericus stramineus* (Figura 11 e Figura 12).

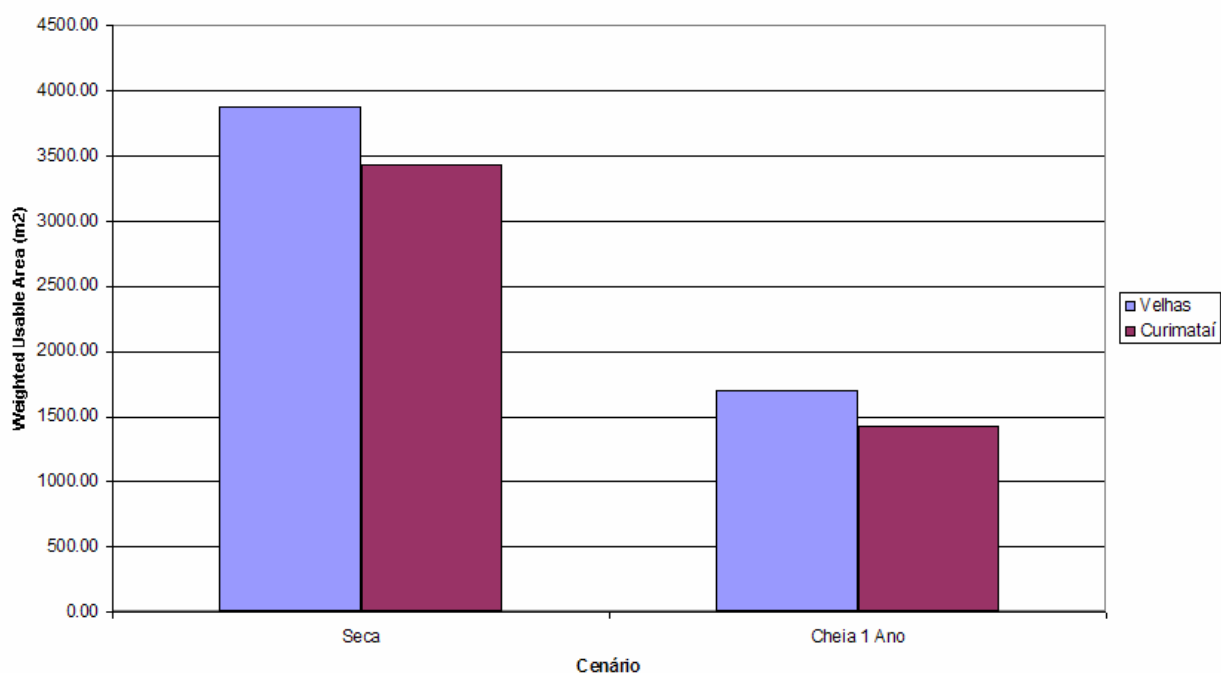


Figura 11 – Áreas Usáveis para a espécie *Astyanax* sp. nos diferentes cenários

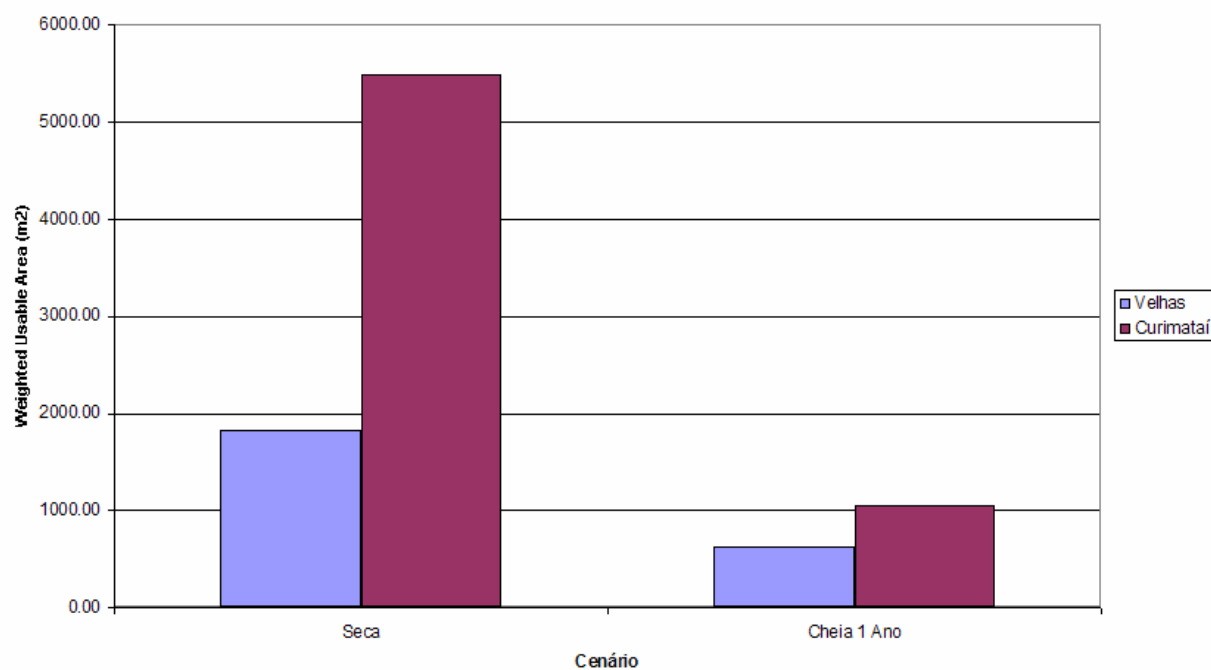


Figura 12 – Áreas Usáveis para a espécie *Bryconamericus stramineus* nos diferentes cenários

CONCLUSÃO

O presente estudo constatou através do uso da modelagem hidrodinâmica que os trechos de rios, com características semelhantes, apresentam habitats físicos diferentes. Isto retrata bem o grau de impacto do trecho do Rio das Velhas, já verificado em outros trabalhos (SANTOS *et al.* , 2009).

Desta forma, o método do PHABSIM poderá dar subsídios para tomadas de decisão quanto a recuperação de habitat perdidos no Rio das Velhas. Ressalta-se que poucos trabalhos utilizam esta ferramenta para finalidade de revitalização, pois sua concepção inicial era para determinação da vazão ecológica em rios.

Entretanto, esta é apenas a análise inicial dos resultados obtidos na Bacia do Rio das Velhas. Para implementação de planos de revitalização, faz-se necessário ainda compreender qual dos três fatores analisados foi mais alterado pelo processo de degradação do trecho e estudar formas de intervir para redução dos impactos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é resultado do esforço de dois grupos de pesquisa, um pertence à Universidade Federal de Lavras e outro ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. O projeto envolveu vários alunos de graduação do curso de biologia e do curso técnico de edificações. Agradecemos a Stéphanie, Marcela, Nara, Miriam, Lucas, Ivo, Carlos Bernardo, Procópio e Gilson pelo apoio durante as coletas de dados e processamento. Os autores agradecem ainda ao CNPq e ao CT-Hidro que financiaram esta pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

BLACKBURN, J. e STEFFLER P. (2002) *Two-Dimensional Depth Averaged Model of River Hydrodynamics and Fish Habitat*- University of Alberta - pp. 7

BRASIL (1980) *Relatório da Comissão Interministerial de Estudos para Controle das Enchentes do Rio São Francisco*.

CAMARGOS, L. de M. M. (2005). *Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio das Velhas: resumo executivo dezembro 2004*- Belo Horizonte : Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.

HORTA, F., SANTOS, H. A. TAVARES, L., ANTUNES, M., PINHEIRO, P. e CALLISTO, M. (2009) , *Assessment of benthic macroinvertebrate habitat suitability in a Brazilian watershed*” In: *The 7th International Symposium on Ecohydraulics*, Conception, Proceedings of the 7th International Symposium on Ecohydraulics

LEAL, C. G., POMPEU, P. S., JUNQUEIRA, N. T., ALVES, C. B. M. e SANTOS, H. A. (2009), *“Habitat preferences of the Velhas River basin fish species, Minas Gerais, Brazil”* In: *The 7th International Symposium on Ecohydraulics*, Conception, Proceedings of the 7th International Symposium on Ecohydraulics

LISBOA, A. H.; GOULART, E. M. A.; DINIZ, L. F. M. (2008)- Org. *Projeto Manuelzão: a história da mobilização que começou em torno de um rio* . Belo Horizonte, Instituto Guaicuy.

SANTOS, H. A., POMPEU, P. S., CHAVES, C., CUNHA, S. F. e LEITE, M.. M. (2009) *“Hydrodynamic and physical assessment for the four reaches in Velhas River basin, Minas Gerais, Brazil”* In: *The 7th International Symposium On Ecohydraulics*, Conception, Proceedings of the 7th International Symposium On Ecohydraulics