

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES FÍSICAS E HIDRÁULICAS FLUVIAIS PELO MÉTODO DE TIPIFICAÇÃO DE MACROHABITATS

Stephanie Fernandes Cunha¹ & Hersília de Andrade e Santos²

RESUMO

Os rios brasileiros têm sofrido uma longa história de degradação direta e indireta pelas ações antrópicas. As mudanças na morfologia fluvial acarretam a diminuição da variabilidade de ambientes físicos, a perda de habitats e conseqüentemente a diminuição da diversidade biológica do sistema aquático. Os macrohabitats são unidades estruturais específicas do ambiente físico de um rio que possuem profundidade e características de fluxo relativamente homogêneas. A classificação de macrohabitats como ferramenta de avaliação proporciona uma base para planejar as medidas de restauração de rios. O presente trabalho apresenta o uso desta ferramenta em duas bacias de Minas Gerais: em um grupo de rios da Bacia do Rio das Velhas e em um rio da Bacia do Rio Doce; para fins de projetos de revitalização de cursos d'água. Os primeiros resultados mostram que o método consegue diferenciar rios degradados dos melhor preservados em áreas tropicais.

ABSTRACT ---Along the last years, the Brazilian rivers are under degradation due to anthropic action directly or indirectly. The changes in fluvial morphology promote the decrease in physical environments variability, the habitat loss and consequently reduce in biologic diversity of aquatic system. The macrohabitats are specific units of river physical environment which present similar depth and flow characteristics. The macrohabitat classification as assessment tool may give support for river restoration project. This study apply the macrohabitat classification for two basin in Minas Gerais state: the first application in same rivers of Velhas River Basin and the second in tributary of Doce River. The final aim of both studies is to produce a restoration plan for those rivers. The first results show us the methodology is able to differ the well-preserved rivers from degraded rivers also in tropical areas.

Palavras-chave: Revitalização de cursos d'água, macrohabitat, bacia do Rio das Velhas e bacia do Rio Doce.

¹Aluna de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Minas Gerais Av. Amazonas 7675, Cep: 30510-000. Belo Horizonte. E-mail: stephaniefernandesc@hotmail.com

² Professora do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais Av. Amazonas 7675, Cep: 30510-000. Belo Horizonte E-mail: hsantos@civil.cefetmg.br

INTRODUÇÃO

Os rios têm sofrido uma longa história de degradação direta e indireta pelas ações antrópicas. A regularização e canalização das linhas de água, com a conseqüente artificialização do leito natural e o corte da vegetação ciliar, entre outras atividades humanas, incidem desde há muito de modo decisivo sobre a integridade dos ecossistemas aquáticos continentais (Oliveira , 2004).

O aumento da área de ocupação do solo resulta no acréscimo do volume e da velocidade do escoamento superficial das chuvas. Estas modificações têm causado mudanças no canal natural e na composição do substrato (Walsh e Breen , 1999). As atividades humanas, bem como as condições geológicas e naturais afetam o transporte de sedimentos, a forma do canal fluvial e o padrão de fluxo. O aumento dos sedimentos nos rios pode resultar na degradação do leito e no desenvolvimento de instabilidade nas margens. Os sedimentos são depositados, e o canal é forçado a alargar e a aumentar o nível do substrato (Flosi *et al.*,1998). As mudanças na morfologia fluvial acarretam a diminuição da variabilidade de ambientes físicos, a perda de habitats e conseqüentemente a diminuição da diversidade biológica do sistema aquático.

A conservação e a recuperação de rios e córregos é prioridade em vários países, onde uma grande variedade de ações tem sido proposta e discutida. Iniciativas dessa natureza, aqui tratadas como revitalização de cursos d'água, têm sido levadas a cabo principalmente na América do Norte, na Europa, na Austrália e no Japão, onde a melhoria da qualidade da água e da estrutura física desses ambientes tem proporcionado o aumento significativo da biodiversidade local, o restabelecimento da sua função ecológica e a sua utilização como áreas de lazer (Lisboa *et al.* ,2008).

A atual tendência nos projetos de engenharia relacionada à recuperação de rios inclui a construção de estruturas que possibilitem uma diversidade dos ambientes bióticos e abióticos, a construção de canais o mais próximo possível do natural e a restauração de rios degradados pelo uso inadequado do solo. Os projetos de engenharia hidráulica devem ser funcionais e satisfatórios esteticamente, causando o mínimo de interferências possível no meio ambiente (Oliveira, 2006).

O reconhecimento dos efeitos decorrentes da simplificação morfológica, associados a movimentos em direção a sensibilidade ambiental e a restauração dos rios têm demandado métodos que examinem as condições ou a 'saúde' do sistema dos rios, e identifique as condições que podem ser esperadas quando não existem impactos (Maddock, 1999) ou quando forem implementadas intervenções visando a recriação da diversidade de ambientes físicos.

Tendo em vista tais necessidades, foram examinadas as condições de preservação de dois rios em Minas Gerais, um na bacia do Rio São Francisco e outro na bacia do Rio Doce, a partir do estudo da diversidade de ambientes físicos e hidráulicos fluviais pelo método de tipificação de

macrohabitats. O objetivo é avaliar a perda da diversidade hidráulica e morfológica em trechos de rios impactados, sendo estabelecida a comparação com outros relativamente preservados.

MACROHABITATS

Os macrohabitats são unidades estruturais específicas do ambiente físico de um rio que possuem profundidade e características de fluxo relativamente homogêneas (NCSU Water Quality Group, 2006). São sub-unidades de grandes formações, definidas por declividades de pequenas escalas físicas, discontinuidades, ou posição da zona vertical (Natureserve, 2008). A classificação de macrohabitats como ferramenta de avaliação proporciona uma base para planejar as medidas de restauração de rios (NCSU Water Quality Group, 2006).

O uso do solo pode afetar os ambientes físicos e hidráulicos pelo distúrbio dos processos que formam e sustentam os habitats, como por exemplo, o suprimento e movimento de sedimentos, acúmulo de detritos de madeira, o sombreamento da mata ciliar, e a velocidade do fluxo. Alterações em tais processos podem levar à perda de habitats em longo prazo (Roni *et al.*, 2002)

Na década de 90 processos de classificação de macrohabitats tornaram-se amplamente aceitas como base para restauração de bacias hidrográficas e para melhora de habitats para peixes (Flosi *et al.*, 1998). Desde este período, todas as agências do norte da Califórnia têm usado tal método para coletar dados de habitats para peixes (Kriss, 2008). Tendo em vista a origem do método e sua pequena utilização no Brasil, a nomenclatura dos tipos de macrohabitats utiliza termos na língua inglesa.

O método de tipificação de macrohabitats é baseado na descrição física de todo o canal molhado. Os tipos de macrohabitats são descritos de acordo com a localização, orientação e fluxo da água (Figura 1). Os atributos distintivos dos diversos tipos de macrohabitats incluem a inclinação do canal, a velocidade, a profundidade, o substrato, e as características do canal responsáveis pela formação das unidades (Flosi *et al.*, 1998). Tendo em vista a origem do método sua pequena utilização no Brasil, a nomenclatura dos tipos de macrohabitats utiliza termos na língua inglesa.

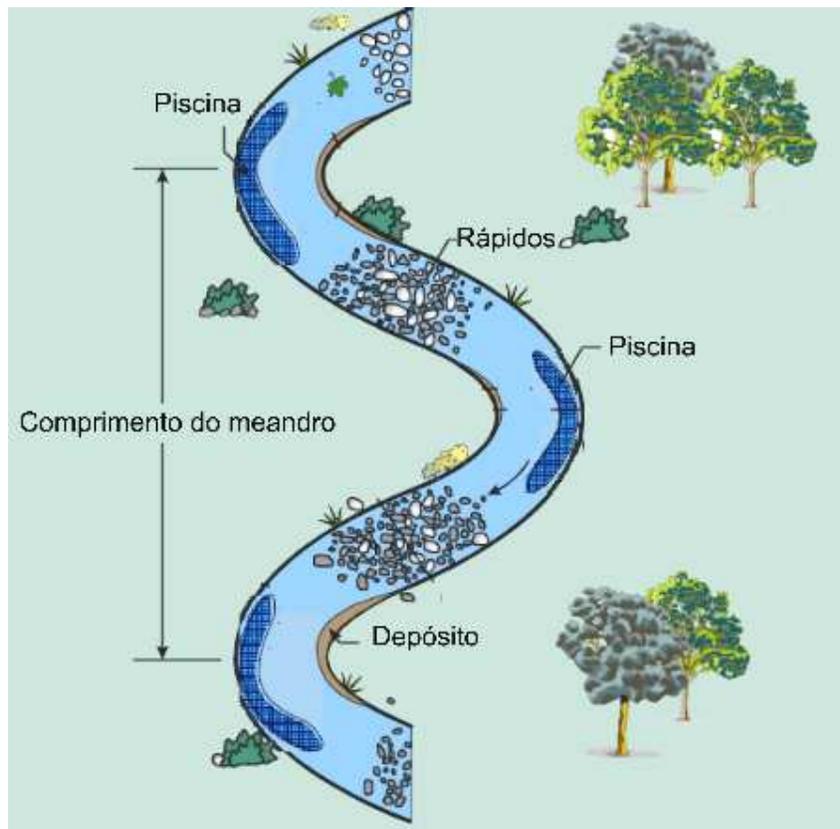


Figura 1- Tipificação de macrohabitats. Fonte: (McCain *et. al.*)

Na metodologia de (Flosi *et al.*, 1998) existem quatro níveis de classificação usados para descrever os habitats físicos para peixe (Figura 2). Os níveis apresentam ordem crescente de descrição dos tipos de habitat. O nível I classifica o habitat em riffle ou pool, que caracterizam ambientes de altas e baixas velocidades respectivamente. No nível II os riffles são subdivididos em riffle e flatwater, onde se observa que o riffle apresentam maior gradiente e turbulência em relação ao flatwater. No nível III são adicionados dois tipos diferentes de riffles diferenciados pelo gradiente da superfície d'água, e os tipos de pool são diferenciados pela localização no canal. No nível IV os pools são classificados pela causa de formação, os riffles pelo gradiente, os cascades pelo gradiente e substrato, e os flatwaters são classificados pela profundidade e velocidade.

No nível IV existem vários subgrupos de macrohabitats. Na tabela 1 são indicados todos os subgrupos do nível IV e suas siglas, enquanto que a tabela 1 mostra algumas representações de macrohabitats

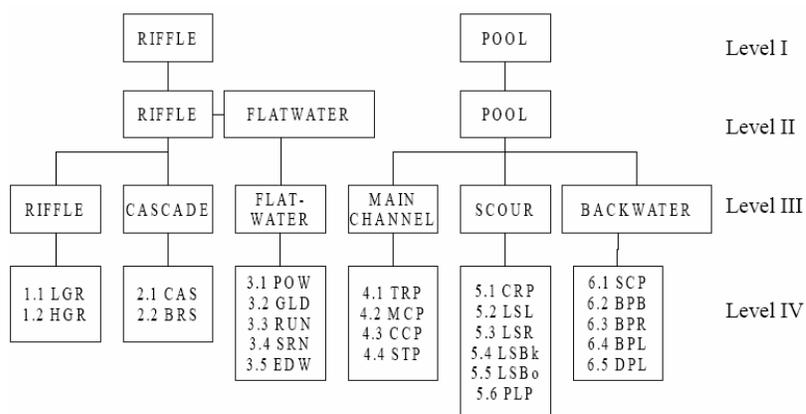
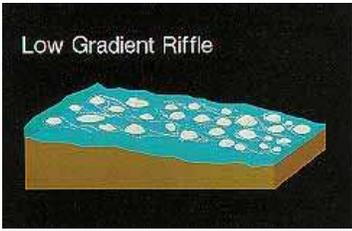
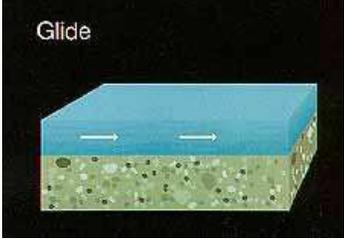
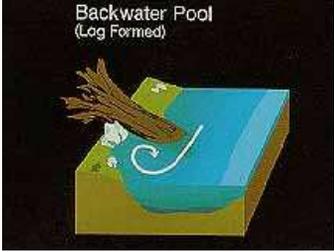


Figura 2 – Níveis de classificação dos macrohabitats.

Tabela 1 – Lista de Macrohabitats Nível IV

Macrohabitat	Sigla	Macrohabitat	Sigla
Low Gradient Riffle	LGR	L. Scour Pool - Log Enhanced	LSL
Low Gradient Riffle	HGR	L. Scour Pool - Root Wad Enhanced	LSR
Cascade	CAS	L. Scour Pool - Bedrock Formed	LSBk
Bedrock Sheet	BRS	L. Scour Pool - Boulder Formed	LSBo
Pocket Water	POW	Plunge Pool	PLP
Glide	GLD	Secondary Channel Pool	SCP
Run	RUN	Backwater Pool - Boulder Formed	BPB
Step Run	SRN	Backwater Pool - Root Wad Formed	BPR
Edgewater	EDW	Backwater Pool - Log Formed	BPL
Trench Pool	TRP	Dammed Pool	DPL
Mid-Channel Pool	MCP	Step Pool	STP
Channel Confluence Pool	CCP	Corner Pool	CRP

Tabela 2- Exemplos de Macrohabitats

 <p>Low Gradient Riffle</p>	<p>Riffles são áreas de rápido escoamento da água, onde a superfície é turbulenta. O escoamento de água fornece insetos para alimentação e a superfície fornece cobertura para os predadores (KRIS, 2008).</p>
 <p>Glide</p>	<p>Glides são áreas de movimento lento no rio, onde a superfície é plana. O fluxo de água possui velocidades moderadas e pouca turbulência (KRIS, 2008).</p>
 <p>Backwater Pool (Log Formed)</p>	<p>Encontradas ao longo das margens, são causadas pela recirculação em torno da base de uma árvore. São predominantemente rasas, com substrato de pequena granulometria e com velocidades baixas (FLOSI, 1998).</p>
 <p>Plunge Pool</p>	<p>Formadas abaixo do local onde existe a obstrução completa do canal ou abaixo de locais muito inclinados. Geralmente são amplas e profundas e o substrato é variável (FLOSI, 1998).</p>

LOCAL DE ESTUDO

O estudo realizado na bacia do Rio São Francisco foi efetuado no Rio das Velhas, que é o afluente mais extenso do Rio São Francisco com o comprimento de 741 km. Sua bacia está localizada na região central do Estado de Minas Gerais e abrange 51 municípios. As áreas urbanas da bacia estão localizadas no trecho alto, representadas pela Região Metropolitana de Belo Horizonte e Sete Lagoas, onde existe uma atividade econômica significativa. Esta região é a maior responsável pela poluição, sendo que os principais agentes poluidores são os efluentes domésticos e industriais não tratados, e a mineração. Esta última é responsável por uma grande área de degradação, pois a porção sul da bacia está localizada no Quadrilátero Ferrífero. Os trechos médio e baixo apresentam uma menor densidade demográfica, com o predomínio de atividades

agropecuárias. Estas atividades têm reduzido a vegetação original a pequenas áreas e as matas ciliares a estreitas faixas marginais, o que aumenta a erosão e o assoreamento (Camargos, 2005).

O trecho do Rio das Velhas estudado está localizado no município de Rio Acima (Figura 3) foi comparado com outros três trechos de afluentes menos impactados por atividades humanas. Os demais trechos escolhidos estão situados em afluentes do Rio das Velhas, a saber, nos rios Pardo Grande, Cipó e Curimataí (Figura 4), que se encontram melhor preservados em relação ao de Rio Acima.



Figura 3 – Assoreamento, colapso das margens e rarefação da mata ciliar



Figura 4- Rio Curimataí – trecho relativamente preservado

A bacia do Rio Doce se destaca pela atividade de mineração que concentra no seu alto e médio curso (ANA, 2005), principalmente devido à presença do chamado quadrilátero ferrífero dentro de sua área. Itabira é um dos principais centros urbanos desta bacia, possuindo uma área de 1.256 km² (42 km² sendo área urbana) e uma população de 107.721 habitantes (IBGE, 2007). Cidade mineradora desde sua origem, Itabira sedia a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) que se dedica à exploração/exportação de minério de ferro. Desta forma, alguns dos cursos d'água de

Itabira têm a peculiaridade de sofrer ação das barragens de rejeitos e da ocupação urbana, como o Córrego do Peixe (Figura 5).



Figura 5- Córrego do Peixe

O Córrego do Peixe possui uma extensão de 53,65 Km e ao longo de seu trajeto sofre ação da barragem de rejeitos, de áreas urbanizadas e de indústrias.

A situação do córrego após a barragem, trecho 1 (Figura 5 e 6a), é um pouco melhor quando comparado com trechos a jusante, trecho 2 (Figura 5 e 6b), que sofrem efeitos da urbanização, da estrada e de indústria. Recentemente, foi instalado um sistema de esgotamento sanitário doméstico, que ajudou a aumentar o assoreamento do córrego em algumas áreas.

O trecho 2 avaliado tendo como referência o trecho 1 utilizando-se a tipificação de macrohabitats como ferramenta.



Figura 6 - a) Trecho 1 a jusante da barragem e b) Trecho 2 a jusante da urbanização

METODOLOGIA

Foram estudados trechos com 500 metros de extensão divididos em seções transversais igualmente espaçadas, sendo 25 seções no Rio das Velhas e 50 seções em cada trecho do Rio de Peixe. Em cada seção foi medida a largura esticando-se a trena perpendicularmente à direção da corrente (Figura 7a). Foram estabelecidas as posições das verticais onde foi medida a velocidade com o velocímetro, a profundidade, e foi feita análise tátil-visual do substrato (Figura 7b). As posições correspondiam a 20, 50 e 80% da largura. Os dados foram coletados na estação seca, pois a classificação de macrohabitats como ferramenta de avaliação é mais eficiente durante períodos de seca (NCSU Water Quality Group, 2006).



Figura 7 -a) Medição da largura b) Medição da profundidade

Com base nestas medições procedeu-se a tipificação de habitats. Os habitats foram classificados e mapeados por meio da observação visual de acordo com a classificação de Flosi *et al.* (1998). A observação visual associa as características superficiais do fluxo com a velocidade e profundidade medida e ainda com o substrato. Os habitats semelhantes foram agrupados em regiões que foram marcadas no esboço do trecho (Figura 8).

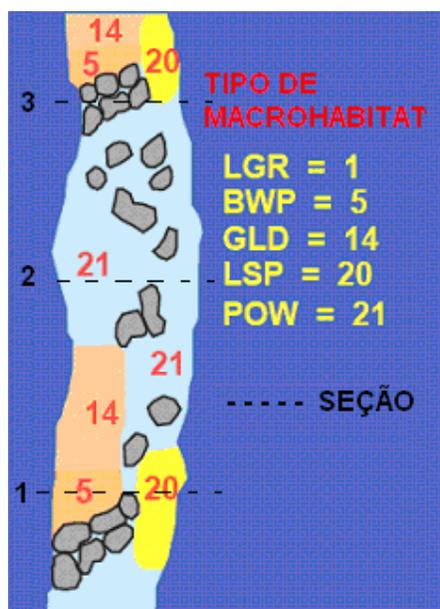


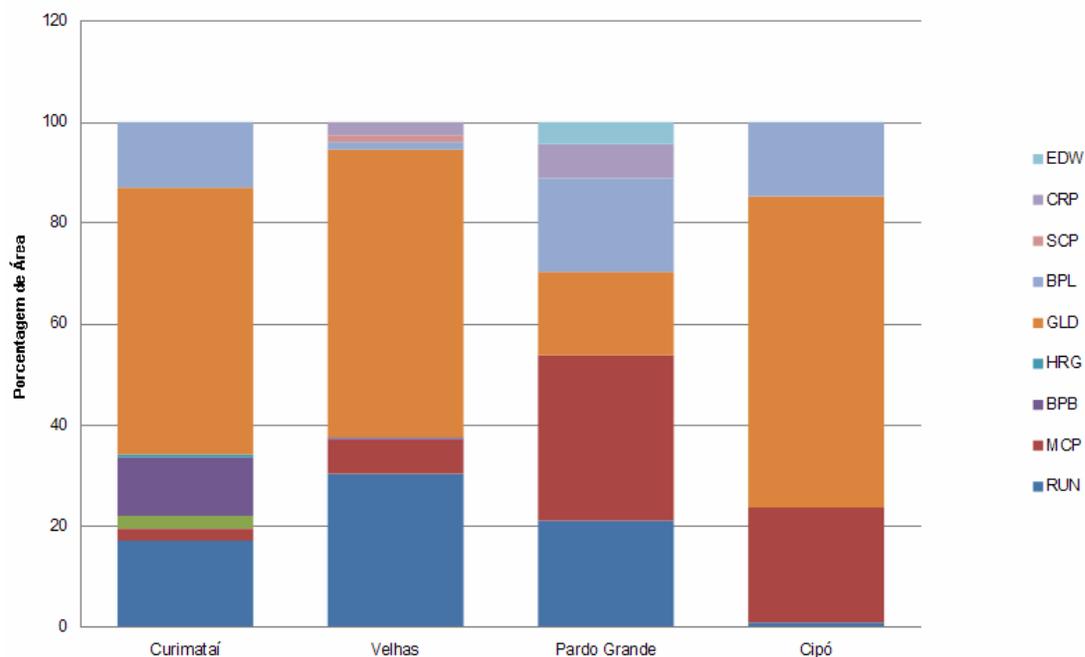
Figura 8 – Mapeamento de macrohabitats. Fonte: McCain (1990) – adaptado.

A partir do mapeamento compararam-se os trechos impactados com os relativamente preservados. Para tal, foram estimadas as áreas correspondentes a cada tipo de macrohabitat presente no trecho e calculadas as percentagens. A análise gráfica dos dados fornece a quantidade e a diversidade de tipos de macrohabitats existentes, o que permite comparar os trechos tendo em vista os tipos predominantes e da diversidade em cada um. A predominância de determinado tipo e a diversidade de ambientes indicam o estado de preservação e permitem avaliar as conseqüências das alterações sofridas pelo rio e ainda podem auxiliar no estabelecimento de quais ambientes necessitam de ser recriados através de obras de reabilitação fluvial.

RESULTADOS

As porcentagens de cada tipo de macrohabitat presente nos trechos forneceram os gráficos a seguir (Figura 9 e 10).

Macrohabitats - Bacia do Rio das Velhas



Figura

9 – Porcentagem de área correspondente a cada tipo de macrohabitat presente no trecho.

O Rio das Velhas possui em média 30% de ambientes rápidos (RUN), superando todos os demais rios e ainda possui 55% de glide (GLD) o que caracteriza uma alta parcela de ambientes amplos, com seções transversais uniformes e baixa turbulência. Em rios menos impactados, como por exemplo o Curimataí, existe maior diversidade de ambientes e melhor distribuição das partes correspondentes aos tipos de macrohabitats. Considerando-se os habitats característicos de margens, muitos deles associados à presença de mata ciliar, o trecho do Rio Curimataí possui cerca de 30% enquanto o trecho do Rio das Velhas apresenta menos de 5%.

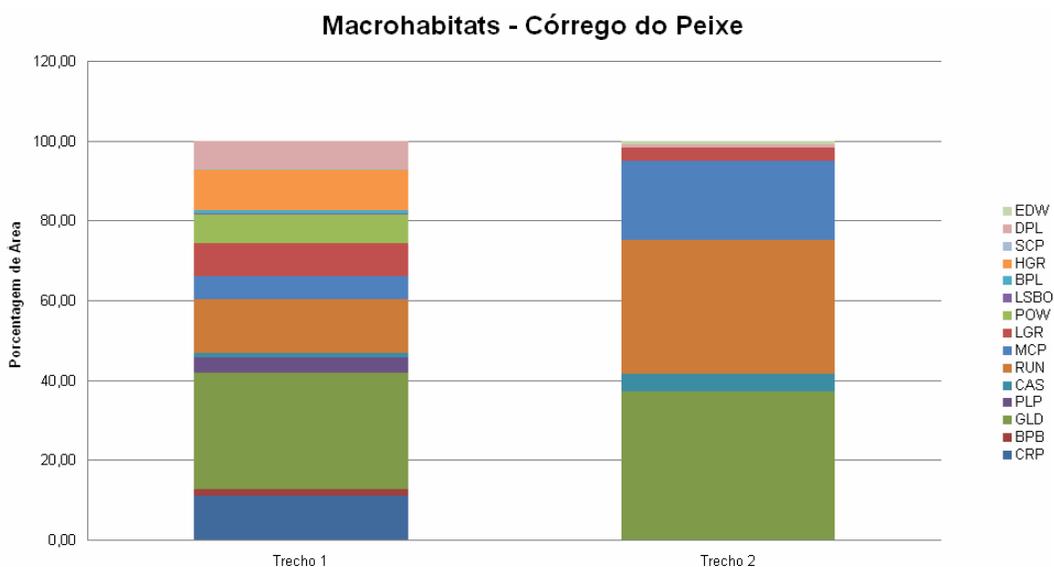


Figura 10- Porcentagem de área correspondente a cada tipo de macrohabitat presente no trecho.

Semelhante ao Rio das Velhas, o trecho 2 possui uma grande parcela de glides (35%) e também de ambientes rápidos (40%), sendo representados pelos tipos run, low-gradient riffle (LGR), e cascade (CAS). A distribuição dos ambientes no primeiro trecho é maior que no segundo, onde existe uma maior porção de ambientes rápidos (40%) sendo que estes são predominantemente runs, e uma grande parcela de glides (35%). A quantidade de ambientes associados às margens também é baixa (3%), enquanto no trecho 1 existe cerca de 15% destes ambientes.

Os efeitos da simplificação de habitats pode ser visualizado também no trecho 2, do córrego de Peixe (Figura 11), e nos trechos do Rio das Velhas e do Rio Cipó (Figura 12).

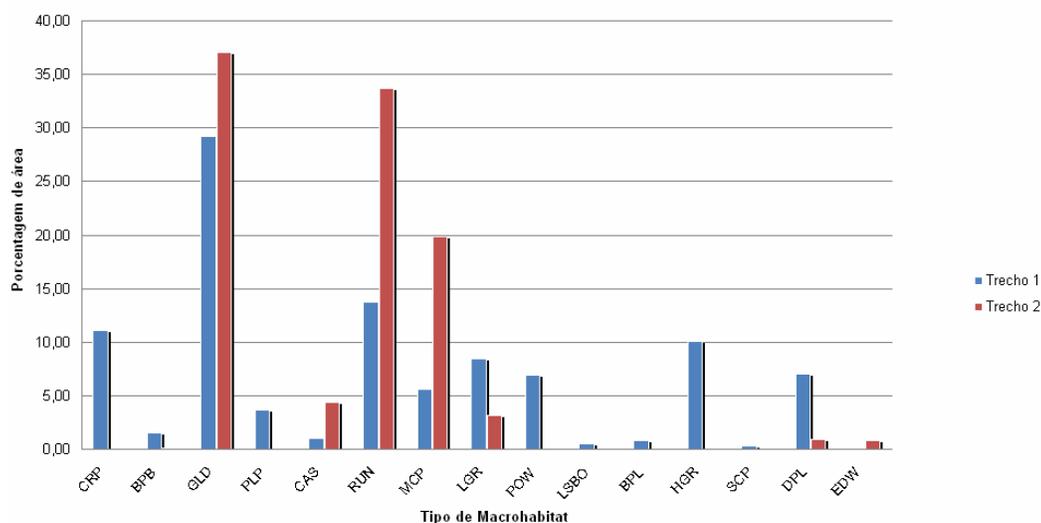


Figura 11 –Distribuição de habitats no Córrego do Peixe

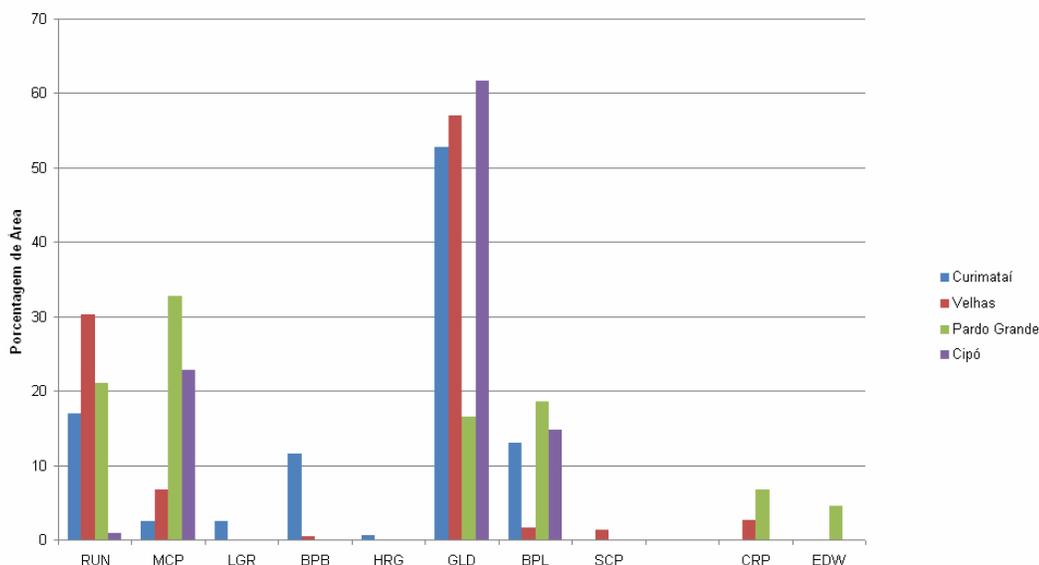


Figura 12 –Distribuição de habitats nos trechos da Bacia do Rio das Velhas

DISCUSSÃO

A grande quantidade de ambientes rápidos e de glides, comum em trechos mais impactados, comprova a homogeneização das características físicas e hidráulicas decorrentes das mudanças no canal natural, do substrato e do incremento de velocidades. A baixa parcela de macrohabitats associados às margens confirma a simplificação morfológica e a degradação da mata ciliar, já que esta contribui para formação de ambientes fluviais. Seções transversais não uniformes, meandros e a vegetação natural aumentam a heterogeneidade de profundidades e velocidades e deste modo, é criada a variabilidade de habitats (Järvelä e Helmiö, 2004).

Os resultados também sugerem que em trechos mais impactados a presença de ambientes rápidos está mais concentrada em um tipo de macrohabitat, o RUN, o que revela que outros ambientes da classe dos riffles associados a substratos diferentes e de turbulência variável são menos encontrados.

A tipificação de Macrohabitats é uma ferramenta bastante usada em países já engajados com os objetivos de revitalização de cursos d'água. No Brasil, poucos são os trabalhos que se utilizam deste método para análise de preservação de cursos d'água. As primeiras aplicações em bacias de Minas Gerais têm mostrado que método é válido para rios tropicais. Entretanto, é importante que o método também avaliado em outras bacias do Brasil.

BIBLIOGRAFIA

ANA (2005) *Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce: Diagnóstico* Brasília:(Agência Nacional de Águas).

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.

FLOSI G., DOWNIE S., HOPELAIN J., BIRD M., COEY R., COLLINS B and JOWEET, I. G.(1993) “A method for objectively identifying pool, run, and riffle habitats from physical measurements.” *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*: Vol. 27: pp. 241

IBGE (2007) *Cidades do Brasil: Dados estatísticos*. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/> >

JÄRVELÄ, J. e HELMIÖ, T. (2004)“*Hydraulic Considerations in Restoring Boreal Streams*” *Nordic Hydrology*, Vol. 35

KRIS (2008) *The Purpose and Methods of Habitat Typing* Disponível em: < <http://www.krisweb.com/stream/habtyp.htm> >.

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.

MADDOCK, I. (1999) “*The importance of physical habitat assessment for evaluating river health*” *Freshwater Biology* Vol: 41, pp.373: 391

MCCAIN, M.; FULLER, D.; DECKER, L. e OVERTON, K. (1990). *Stream habitat classification and inventory procedures for Northern California* FHR #1. USDA Forest Service, 15 p.

NATURESERVE, *Coastal and Marine Ecological Classification Standard*, Disponível em:<http://www.natureserve.org/getData/CMECS/metadata_level4_macrohabitat.htm>. Acesso em 10 set. 2008.

NCSU WATER QUALITY GROUP (2006), *Stream Restoration Evaluation Assessment Form* p. 32

OLIVEIRA, D. G. M.(2006) *Metodologia de Reabilitação Fluvial Integrada – O caso do rio Estorões no paisagem protegida das Lagoas de Bertandos e S. Pedro D’Arcos*

RONI, P.; BEECHIE, T. J.; BILBY, R. E.; LEONETTI, F. E.; POLLOCK M. M. e PESS, G. R.(2002) *A Review of Stream Restoration Techniques and a Hierarchical Strategy for Prioritizing Restoration in Pacific Northwest Watersheds*, Washington.

WALSH, C. J. e BREEN, P. F. (1999) *Urban stream rehabilitation through a decision-making framework to identify degrading processes and prioritize management actions.*