

Pedro Henrique Rolim Benini

Relação da energia fluvial com o padrão de  
distribuição da espécie *Limnoperna fortunei*  
(dunker) (mollusca, bivalvia, mytilidae)

XIV Curso de Especialização em  
Geoprocessamento



UFMG  
Instituto de Geociências  
Departamento de Cartografia  
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha  
Belo Horizonte  
cartografia@igc.ufmg.br

PEDRO HENRIQUE ROLIM BENINI

**RELAÇÃO DA ENERGIA FLUVIAL COM O PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DA  
ESPÉCIE *LIMNOPERNA FORTUNEI* (DUNKER) (MOLLUSCA, BIVALVIA,  
MYTILIDAE)**

Monografia apresentado à Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG como sendo um requisito parcial para que se possa obter o título de pós-graduação do Curso de Especialização em Geoprocessamento - Departamento de Cartografia.

Orientadora: Prof. Sonia Carvalho Ribeiro

BELO HORIZONTE  
2017

B467r  
2017 Benini, Pedro Henrique Rolim.  
Relação da energia fluvial com o padrão de distribuição da espécie  
Limnoperna Fortunei (Dunker) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae)  
[manuscrito] / Pedro Henrique Rolim Benini. – 2017.  
44 f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientadora: Sonia Carvalho Ribeiro.  
Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas  
Gerais, Departamento de Cartografia, 2017.  
Bibliografia: f. 32-34.  
Inclui anexo.

1. Geoprocessamento. 2. Fauna de água doce. 3. Bioinvasão. 4.  
Ecologia dos rios. I. Carvalho-Ribeiro, Sônia Maria. II. Universidade  
Federal de Minas Gerais. Departamento de Cartografia. III. Título.

CDU: 528

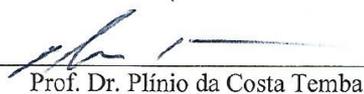
Aluno Pedro Henrique Rolim Benini

Monografia defendida e aprovada em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento, em 05 de dezembro de 2017, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



---

Prof.ª Dra. Sônia Maria Carvalho Ribeiro



---

Prof. Dr. Plínio da Costa Temba

## RESUMO

A introdução de espécies exóticas podem alterar irreversivelmente os ecossistemas naturais causando impactos irreversíveis nas comunidades biológicas, contribuindo para a extinção de espécies nativas e alterando o funcionamento dos ecossistemas. Invasões biológicas são assim uma das grandes ameaças à biodiversidade no Brasil e em todo o mundo. A espécie *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) conhecido popularmente como Mexilhão dourado, é uma espécie de molusco bivalve originário da China e dos rios do sudeste asiático. Inicialmente foi registrada na Argentina no estuário do rio La Plata, provavelmente por terem introduzidas pelas águas de lastro dos navios, desde então, a espécie tem se dispersado ao longo da bacia do rio da Prata, já tendo atingido a região pantaneira do Brasil. Em 2004, atingiu as cabeceiras do rio Paraná no planalto central do Brasil. O objetivo deste trabalho foi contribuir com o desenvolvimento de uma metodologia capaz de mapear as áreas favoráveis a acumulação de larvas e testar um método com uso de ferramentas de geoprocessamento dando enfoque ao estudo da correlação da energia fluvial do rio com a distribuição espacial das larvas de Mexilhão dourado. A área de estudo foi no rio Paranaíba, um dos formadores do importante rio Paraná, onde foram amostrados um total de 22 estações abrangendo o trecho a jusante da UHE de São Simão no rio Paranaíba. Em campo foram realizadas as tomadas dos dados físico-químicos através de uma sonda multiparâmetros, e em laboratório a identificação dos estágios larvais e quantificação. Foi utilizado no presente trabalho o índice *Relação Declividade Extensão-RDE* que é o gradiente hidráulico, a energia da corrente (*stream power*) e analisada a sua correlação com a quantidade de larvas nas 22 estações amostradas. A média da densidade dos pontos amostrados foi de 55,3 ind/m<sup>3</sup>. Quando analisado todos os parâmetros (densidade, pH, condutividade e RDE), o resultado foi uma correlação negativa que é estatisticamente significativa (Sperman rank correlation=-0,97) entre o RDE e densidade de larvas indicando que a medida que diminui o RDE aumenta o número e densidade de concentração de larvas. Este trabalho, usando métodos e técnicas de geoprocessamento, permitiu identificar de uma forma inovadora uma relação direta entre a velocidade de escoamento superficial das águas com o padrão de distribuição (número e densidade de concentração) das larvas de *L. fortunei*. Este resultado tem implicações importantes para a análise e modelagem de sistemas ambientais e também para a gestão da paisagem indicando que quanto maior a energia fluvial do rio, menor a densidade de larva encontrada. Este trabalho demonstra que a geomorfologia fluvial dos trechos deve ser considerada, como um fator importante na distribuição e dispersão da espécie uma vez que permite identificar que áreas com níveis mais baixos de energia, são favoráveis ao estabelecimento e colonização do Mexilhão dourado demonstrando que os esforços de monitoramento devem privilegiar estas áreas.

**Palavras-chave:** Mexilhão dourado, energia fluvial, dispersão de espécies invasoras, mapeamento.

## ABSTRACT

The introduction of exotic species can irreversibly alter natural ecosystems causing irreparable impacts on biological communities, contributing to the extinction of native species and altering the functioning of ecosystems. Biological invasions are thus one of the greatest threats to biodiversity in Brazil and around the world. The species *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) popularly known as Golden Mussel, is a species of bivalve mollusk originating in China and the rivers of Southeast Asia. Initially it was registered in Argentina in the estuary of the river La Plata, probably for having introduced by the ballast water of the ships, since then, the species has been dispersed along the basin of the Prata river, already having reached the Pantanal region of Brazil. In 2004, it reached the headwaters of the Paraná River in the central plateau of Brazil. The objective of this work was to contribute to the development of a methodology for mapping areas favorable to larvae accumulation and to test a method using geoprocessing tools, focusing on the study of river fluvial correlation with the spatial distribution of larvae golden mussel. The study area was on the Paranaíba River, one of the formators of the important Paraná River, where a total of 22 stations were sampled, covering the stretch downstream of the São Simão HPP on the Paranaíba River. In the field, the physico-chemical data were taken through a multiparameter probe, and in the laboratory the identification of the larval stages and quantification. It was used in the present work the Relation Extension-RDE index, which is the hydraulic gradient, stream power and analyzed its correlation with the number of larvae in the 22 stations. The average density of the points sampled was 55.3 ind/m<sup>3</sup>. When analyzed all parameters (density, pH, conductivity and RDE), the result was a negative correlation that is statistically significant (Sperman rank correlation = -0.97) between RDE and larval density indicating that the decrease in RDE increases the number and concentration density of larvae. This work, using methods and techniques of geoprocessing, allowed to identify in an innovative way a direct relationship between the surface flow velocity of the waters and the distribution pattern (number and density of concentration) of *L. fortunei* larvae. This result has important implications for the analysis and modeling of environmental systems as well as for landscape management, indicating that the higher the river water energy, the lower the larval density found. This work demonstrates that the fluvial geomorphology of the stretches should be considered as an important factor in the distribution and dispersion of the species since it allows to identify that areas with lower levels of energy are favorable to the establishment and colonization of the golden mussel proving that the monitoring efforts should focus on these areas.

**Keywords:** Golden mussel, river energy, dispersal of invasive species, mapping.

## Lista de Ilustrações

Figura 1: Macrofouling usina hidrelétrica (Autor: Maria Edith Rolla) Obstrução em tanque redes de criação de Tilápia no rio Aporé afluente do Paranaíba(Autor: Eco Geraes Consultoria Ambiental).....	10
Figura 2 – Mapa da bacia hidrográfica do rio Paranaíba e o pontos de amostragem a jusante da UHE São Simão.....	18
Figura 3 - Localização dos pontos de amostragem a jusante da UHE São Simão. ....	18
Figura 4 - Parâmetros utilizados no cálculo do Índice RDE para segmentos de drenagem, onde: $\Delta h$ = diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um seguimento ao longo do curso d'água; $\Delta l$ = projeção horizontal da extensão do referido segmento; L= comprimento total do curso d'água a montante do ponto para o qual o índice está sendo calculado.....	20
Figura 5 – Fluxograma da metodologia para geração de mapas.....	19
Figura 6 - Densidade de larva (ind/m <sup>3</sup> ) no rio Paranaíba e tributários no período de 2006 a 2014. ....	20
Figura 7 - Valores de condutividade e pH para área do baixo Paranaíba no período de 2006 a 2014. ....	23
Figura 8 - Mapa da distribuição espacial das médias de larvas e o RDE. ....	27
Figura 9 - Mapa das áreas vulneráveis a inundação da bacia do rio Paranaíba (Fonte: ANA, 2015). ....	30

## Lista de Tabelas e Quadros

Tabela 1: valores médios, mínimos, máximos, moda e desvio padrão de variáveis físico químicas das água para os pontos amostrados na bacia hidrográfica do baixo Paranaíba. ....	25
Tabela 2: valores médios, mínimos, máximos, moda e desvio padrão de variáveis físico químicas das água e densidade de larva e RDEs dos pontos amostrados na bacia hidrográfica do baixo Paranaíba. ....	28
Quadro 1: Correlação de Spearman Rank Order, dos dados de densidade de larva, ph, condutividade, e o RDEs. ....	26

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>12</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1 Objetivo geral</b> .....	<b>16</b>
<b>3.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>16</b>
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1 Área de estudo e rede amostral</b> .....	<b>16</b>
<b>4.2 Dados de amostragem</b> .....	<b>19</b>
<b>4.3 Tratamento dos dados</b> .....	<b>19</b>
<b>4.4 Tratamento estatístico</b> .....	<b>22</b>
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>22</b>
<b>5.1 Distribuição espacial do <i>Limnoperna fortunei</i></b> .....	<b>22</b>
<b>5.3 Aspectos hidrodinâmicos dos trechos a jusante da UHE de São Simão</b> .....	<b>26</b>
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	<b>29</b>
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>32</b>
<b>ANEXO A</b> .....	<b>35</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, as barreiras geográficas limitaram o movimento de espécies nativas, isto é, historicamente pertencentes a um determinado ecossistema ou habitat (McNeely, 2001). A existência de tais barreiras foi uma condição determinante para o desenvolvimento da vasta diversidade biológica atual. Contudo, em apenas alguns séculos, ações humanas como a intensificação do comércio e a organização do modelo econômico mundial baseado no crescimento da produção e do consumo, possibilitou desenvolvimento de meios transportes cada vez mais rápidos e efetivos. Esses meios, tais como aviões, navios, carros, caminhões e trens permitem um fluxo maior de bens e de pessoas e muitas vezes são responsáveis pela transposição das barreiras geográficas por outras espécies (McNeely, 2001).

O rompimento de barreiras geográficas por espécies, muitas vezes levadas por seres humanos, são um componente importante nas mudanças climáticas e ambientais (Capinha et al., 2015). Algumas espécies invasoras, espécies fora do seu habitat natural, introduzidas em novas regiões podem se estabelecer e se tornarem um problema para a biota local. Com o aumento do comércio, urbanização e mudanças climáticas, vêm aumentando as áreas com espécies invasoras também conhecidas como espécies exóticas. As regiões com grande poder econômico e comercial, regiões com maior densidade populacional e facilidade de transporte humano, se mostraram com maior número de espécies exóticas. As regiões insulares são mais vulneráveis a invasões dessas espécies do que os continentes. Porém falta um levantamento global amplo desses grupos taxonômicos (Dawson et al., 2017).

A introdução de espécies exóticas pode alterar o ecossistema e é considerada uma ameaça à biodiversidade, podendo ocasionar impactos irreversíveis nas comunidades biológicas, como a extinção de espécies nativas, e no funcionamento dos ecossistemas (Everett, 2000). Em alguns casos tais espécies também são consideradas pragas por causar prejuízos econômicos e à saúde humana.

O Brasil é um dos países mais ricos em biodiversidade e com um dos maiores sistemas fluvial do mundo. É comum que áreas onde ocorre grande diversidade, sejam também consideradas como “*hotspots*”, conceito proposto por Myers et al. (2000) para designar áreas prioritárias para conservação. Entretanto, essa diversidade está se perdendo devido à destruição de habitats decorrente da expansão industrial, urbana e a introdução de espécies exóticas.

Em vista das alarmantes proporções registradas na degradação de habitats e aumento de espécies exóticas potencialmente invasoras, otimizar o planejamento e implantação de estratégias de conservação eficazes torna-se uma necessidade constante. Desenvolver uma metodologia de aplicação do geoprocessamento à distribuição de espécies exóticas é de extrema importância, uma vez que com esta ferramenta é possível entre outras aplicações, a previsão de futuras invasões. Os resultados de uma modelagem produzem previsões probabilísticas de áreas onde a espécie poderá ou não estar presente e a distribuição potencial da espécie estudada (Araújo & Guisan, 2006).

Apesar do esforço existente para produzir informações sobre o problema das bioinvasões nas águas brasileiras, a maioria das publicações sobre as invasões nos ecossistemas aquáticos corresponde às ocorrências na América do Norte e Europa; em contrapartida, a África, o Oceano Índico, o sudoeste do Oceano Pacífico e a América Latina estão, no atual momento, pobremente documentados (Pysek, et al., 2008).

O processo de invasão se inicia com a chegada de uma nova espécie e a quantidade de indivíduos (pressão de propágulo) deve ser suficiente para que aqueles sobreviventes possam se reproduzir e se estabelecer. Uma vez estabelecidas, essas populações podem vencer novas barreiras físicas e químicas e se dispersar no novo ambiente. Os ecossistemas aquáticos são mais vulneráveis às invasões biológicas, devido principalmente ao pequeno conhecimento sobre a composição em espécies, processos ecológicos em andamento e dinâmicas de suas espécies nativas. Também devido à capacidade de transporte, à periodicidade e à diversidade de rotas, os navios utilizados pelo comércio internacional são considerados importantes vetores, sendo responsabilizados por um grande número de introduções de espécies. O mecanismo de dispersão é facilitado pelo próprio fluxo d'água (Mills et al., 1994).

No Brasil algumas espécies exóticas aquáticas continentais se destacam pelo seu alto poder de invasão e consequentes prejuízos, dentre eles: especialmente os moluscos *Limnoperna fortunei*, *Corbicula fluminea* (Muller, 1774), o peixe *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) tilápia. A espécie *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) conhecido popularmente como Mexilhão dourado, é uma espécie de molusco bivalve originário da China e dos rios do sudeste asiático foi registrada na Argentina no estuário do rio La Plata, provavelmente por terem introduzidas pelas águas de lastro dos navios (Pastorino et al., 1993; Darrigran & Pastorino, 1995). Em oito anos, essa espécie, comumente conhecida como Mexilhão dourado, invadiu outros quatro países da América do Sul: Brasil, Paraguai, Uruguai e Bolívia (Darrigran & Escurra de Drago 2000a). Desde então, a espécie tem se dispersado ao longo da bacia do Rio da Prata, já tendo atingido a

região pantaneira do Brasil. Em 2004, atingiu as cabeceiras do rio Paraná no planalto central do Brasil (Oliveira et al., 2010, Oliveira et al., 2011).

A dispersão de uma espécie invasora como o Mexilhão dourado é bastante facilitada pelas suas características biológicas, principalmente, a existência de uma fase larval planctônica e da capacidade de incrustação dos indivíduos jovens e adultos. Assim, a dispersão ocorre através da movimentação da água e é facilitada pela integração entre corpos hídricos de diferentes sistemas (Lodge et al., 1998).

*L. fortunei* tem uma grande capacidade de colonizar novas áreas, ocorrendo em rios, lagos e águas salobras. Esta espécie atua como um engenheiro de ecossistemas alterando a estrutura das comunidades, suas relações tróficas e ciclagem de nutrientes, bem como levando a impactos econômicos consideráveis devido a obstrução da passagem de água em tubos, filtros e condensadores, em indústrias que usam água bruta (Figura1), (Karatayev et al., 2007a, b).



Figura 1 - Macrofouling usina hidrelétrica (Autor: Maria Edith Rolla) Obstrução em tanque redes de criação de Tilápia no rio Aporé afluente do Paranaíba(Autor: Eco Geraes Consultoria Ambiental).

No Brasil a primeira tentativa do governo federal, através do Ministério do Meio Ambiente, para enfrentar o problema, foi a criação de uma Força-Tarefa Nacional para o Controle do Mexilhão dourado (Portaria N° 494, de 22 de dezembro de 2003), que contou à época com a representação de várias instituições, incluindo FURNAS, CESP e CEMIG. A força-tarefa elaborou um plano de ação integrado para impedir o avanço do molusco, e principalmente evitar que alcançasse bacias hidrográficas importantes como as dos rios Amazonas, Tocantins e São Francisco. Tal articulação não se consolidou, e o invasor vem ampliando sua área de distribuição, ocorrendo na bacia do rio São Francisco no reservatório de Sobradinho na Bahia. Porém, o ministério se

encontra atualmente com uma consulta pública aberta para tratar um plano nacional de combate ao mexilhão (IBAMA, 2017).

A construção de novas usinas hidrelétricas pode favorecer a dispersão da espécie invasora *L. fortunei*. Essa espécie parece ter uma preferência por trechos de rios com menor fluxo de água. As variáveis hidrológicas tais como, a energia fluvial dos trechos e as mudanças da vazão, podem ser barreiras para o estabelecimento da espécie, uma vez que estes aspectos podem desfavorecer a fixação e sobrevivência das larvas (Campos et al., 2012).

Os projetos de hidrelétricas possuem uma grande contradição para a conservação da biodiversidade. Os resultados indicam que a maior parte das hidrelétricas (UHEs) no Brasil seguem sendo construídas (62,5%) e planejadas (62,1%) nas áreas prioritárias a conservação, sendo que 50% dos empreendimentos em construção estão localizados justamente na categoria de “Extrema Importância”, (Brack et al., 2015). Com a tendência de *L. fortunei* estabelecer e se adaptar melhor em águas com menor velocidade, ambientes como os trechos lânticos de reservatórios, as construções de usinas hidrelétricas em áreas de conservação constituem uma ameaça a biodiversidade local.

O controle de tais espécies invasoras requer profundo conhecimento sobre sua autoecologia, para definir critérios e encontrar técnicas que permitam seu manejo. Entender os mecanismos de distribuição espacial e a preferência de habitats da espécie de *L. fortunei*, pode ajudar na busca por alternativas de controle para dispersão da espécie.

A relação entre a energia fluvial do rio no processo de dispersão e distribuição dos estágios larvais plantônicos de *L. fortunei*, é ainda pouco conhecida e pode ser uma ferramenta importante para tomada de decisão, no intuito de identificar os prováveis pontos com maior densidade de larvas. A velocidade da corrente pode ser um fator de dispersão do estágio larval planctônico. Larvas de *L. fortunei* levam de 10 à 20 dias para atingir o estágio de decantação para se fixar em algum substrato, dependendo da velocidade do trecho, eles podem ser levados em centenas e até milhares de quilômetros a jusante de sua população original (Cataldo et al., 2005). Identificando assim os pontos vulneráveis ao estabelecimento da espécie e a partir disso serem traçadas estratégias para identificação com mais eficiência desses pontos, auxiliando no monitoramento e controle da espécie.

Nesse sentido o trabalho busca entender como a energia fluvial do rio, expressa pela relação declividade extensão do canal (RDE) ou índice de Hack, pode interferir no processo de distribuição espacial das larvas da espécie, e assim determinar através da geoespacialização, as

áreas mais prováveis de ocorrência da espécie em termos das maiores densidades do seu estágio plânctônico. A hipótese deste estudo é de que os trechos de rio com maior energia fluvial contenham as menores densidades de larvais.

Em suma o trabalho pretende estudar a distribuição espacial da espécie, ou seja, as áreas de maior probabilidade de ocorrência de larvas, considerando como principal fator determinante para isso a energia do rio. Os aspectos físico químicos e biológicos são relevantes, porém não estão sendo considerados neste estudo, já que o sistema fluvial é o mesmo e assim tais aspectos seriam homogêneos.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O modelo de distribuição espacial de espécies tem sido aplicado em inúmeras questões ecológicas. Por exemplo, para auxiliar na determinação de áreas prioritárias para conservação, identificar locais para a conservação de espécies endêmicas, raras e ameaçadas (Guisan et al., 2000), prever a distribuição potencial de espécies invasoras (Peterson et al. 2003, Stohlgren et al., 2006), e também para compreender o impacto das mudanças climáticas globais na distribuição de espécies.

A distribuição potencial de espécies invasoras por modelos de distribuição de espécies pode servir de base para medidas proativas. Os casos de invasão potencial de espécies invasoras frente às mudanças climáticas podem ser usadas como base para medidas atuais e futuras de prevenção (Bradley et al., 2010) uma vez que medidas de controle e erradicação são muitas vezes ineficazes e com custos elevados (Simberloff, 2003; Hulme, 2006).

Nesse sentido, modelos de distribuição de espécies têm sido aplicados para predizer o impacto das mudanças climáticas sobre a distribuição potencial de espécies, tais como plantas, insetos, anfíbios e répteis. Os modelos criados têm demonstrado que a distribuição potencial de determinadas espécies invasoras podem diminuir ou aumentar frente a mudanças climáticas. (Kriticos et al., 2003, Bradley et al., 2010).

Dawson et al., (2017), realizou um estudo para identificar os pontos quentes (Hotspots) e os pontos frios globais, para a introdução de espécies exóticas e seu estabelecimento nessas áreas. O autor cita a falta de um levantamento amplo desses grupos taxonômicos. Foram avaliados oito grupos taxonômicos para 186 ilhas e 423 regiões continentais. As regiões que apresentaram maior riqueza de espécies exóticas os (Hotspots), foram as regiões de ilhas, sendo as regiões dos polos as mais frias. As conclusões mostraram que as regiões com maior número total de espécies

exóticas estão mais relacionadas com a diferença da área e da atividade humana do que pelos aspectos climáticos.

O primeiro registro de *Limnoperna fortunei* no rio Paraná foi em abril de 2001 na Usina Hidroelétrica de Itaipu em São Paulo em 2004 (Avelar et al., 2004). Também no ano de 2004 Campos et al., (2004) registraram a presença do Mexilhão dourado na localidade de Porto Alencastro no rio Paranaíba. A região de estudo compreende a confluência do rio Paranaíba e Grande, nas fronteiras dos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e São Paulo. Esta região é parte das cabeceiras do rio Paraná, segmento inferior do rio Paranaíba, à jusante do Central Hidroelétrica de São Simão e corresponde à parcela inicial da via navegável Paraná-Tiete, onde os navios que transportam grãos representam o principal mecanismo de dispersão do mexilhão invasor (Campos et al., 2016).

A outra região também foco deste estudo e que tem a presença do molusco confirmada é o rio Canoas, um dos afluentes do rio Uruguai juntamente com o rio Pelotas. Segundo Darrigran et al. (2000), em setembro de 2001, o mexilhão foi detectado no reservatório de Salto Grande, aproximadamente 300 km a montante de sua confluência com o rio da Prata. Este foi o registro mais ao norte do rio Uruguai até 2005 sendo posteriormente registrado em Barra do Quaraí. Até 2012 o registro mais ao norte da bacia do rio Uruguai foi citado na UHE de Barra Grande no rio Pelotas. No rio Canoas, na UHE Campos Novos, *Limnoperna fortunei* foi identificado pela primeira vez em abril de 2014.

Considerando que os meios de introdução estão presentes na maioria dos ambientes, a expansão das espécies invasivas pode ser prevista com base em seus requisitos ecológicos e características do ambiente receptor, usando a teoria do nicho ecológico descrita em Peterson e Vieglais (2001). A modelagem baseada em nichos ecológicos pode permitir a identificação de ambientes potencialmente adequados para uma nova espécie. Os modelos preditivos são desenvolvidos através de um processo de três etapas: 1) nichos de modelagem no espaço ecológico, 2) avaliação desses modelos de nicho com base em distribuições nativas e 3) projeção de modelos para regiões que poderiam ser invadidas (Peterson e Vieglais, 2001).

Foram realizados estudos na região do rio Paranaíba com o objetivo de compreender quais são os fatores que limitam a propagação do *Limnoperna fortunei* na região (Campos et al., 2012). Ao longo da via navegável Paraná-Paraguai, que tem um intenso tráfego de barcos, o molusco movimentou-se a montante a uma taxa média de 250 km por ano (Boltovskoy et al., 2006). Porém o trecho a jusante do reservatório de São Simão onde há grandes densidades do Mexilhão dourado e o tráfego intenso de barcos para transporte de grãos, não foi observado o mesmo

padrão para a dispersão da espécie. Foram analisadas as características físico-químicas da água, e também foi calculado o SL Índice (Stream Length-Gradient Index) para o componente hidrodinâmico do sistema. As conclusões do estudo mostraram que as variáveis físico-químicas da água indicam que os habitats são adequados para o estabelecimento da espécie. As variáveis hidrológicas tais como, a energia fluvial dos trechos e as mudanças da vazão a jusante da barragem, podem ser barreiras para o estabelecimento da espécie, uma vez que estes aspectos podem desfavorecer a fixação e sobrevivência das larvas (Campos et al.,2012).

Oliveira et al. (2010) realizaram previsões de distribuição potencial de *L. fortunei* em sistemas hidrográficos brasileiros, com base em fatores limitantes relacionados à calcificação da concha que consiste em uma importante proteção ao molusco, entre outras variáveis limnológicas e climáticas de nicho ecológico utilizando algoritmos GARP e Maxent. O estudo concluiu que devido à maior tolerância do Mexilhão dourado aos fatores que limitariam a distribuição de outros bivalves, o Mexilhão dourado poderia se tornar amplamente distribuído em todo o Brasil. Ambos os modelos GARP e Maxent apontam para a probabilidade alta de ocorrência potencial de *L. fortunei* no rio Solimões, Tapajós, Xingu, Madeira, Amazonas, Tocantins, Araguaia, São Francisco, bem como demais rios costeiros, entre outros (IBAMA, 2017).

Campos et al (2016), realizaram um estudo com o objetivo de modelar, a distribuição espacial do *L. fortunei* nas cabeceiras do rio Paraná, e compreender os fatores determinantes do padrão atual de distribuição de espécies e o risco de invasão de áreas ainda não colonizadas. O nicho ecológico do *L. fortunei* foi modelado usando o algoritmo Maxent combinado com registros de ocorrência do bivalve, dados limnológicos e pelo índice Hack. As conclusões mostraram que a caracterização limnológica como pH, cálcio, oxigênio e clorofila a, eram apropriados em ambos os trechos invadidos e não invadidos. A turbidez mostrou diferenças espaciais significativas que se mostraram maiores em ambientes com maiores índices de Hack. Além disso, o algoritmo dos aspectos hidrodinâmicos expressos pelo Índice de Hack, mostrou ser importante na distribuição espacial da espécie, uma vez que os modelos com os melhores desempenhos foram aqueles que consideraram o Índice de Hack como uma das camadas ambientais na composição do nicho do *L. fortunei*. Todos os modelos indicaram um alto risco de invasão no reservatório de São Simão.

Previsões de cenários, com base em modelagem de nicho, foram realizadas para todas as bacias brasileiras, revelando cenários potenciais de dispersão do Mexilhão dourado por todos os sistemas hidrográficos do Brasil. É de fundamental importância avaliar os riscos da dispersão do Mexilhão dourado e implementar ações de prevenção emergenciais em todas sub-bacias da região hidrográfica do Rio Amazonas, assim como do rio Tocantins-Araguaia (IBAMA., 2017).

O estabelecimento da energia fluvial (energia da corrente) resulta do método estabelecido por Hack (1973) que se reflete na capacidade da mesma de erodir o substrato rochoso e de transportar a carga sedimentar. Esses índices são indicadores sensíveis de mudanças na declividade de um canal fluvial, que podem estar associadas a diferentes resistências à erosão hidráulica do substrato (Etchebehere, 2006).

O índice de Hack é geralmente calculado usando um mapa topográfico e é matematicamente definido como:  $RDE = \Delta H / \Delta L * L$

Onde L representa o comprimento do segmento do rio, retirado de sua fonte (alcance mais longo);  $\Delta H$  representa a variação altimétrica, e  $\Delta L$  representa a distância horizontal - significando assim a declividade média do segmento. A partir dessas evidências empíricas (Hack, 1957; Hack & Young, 1959), Hack observou que a competência do rio é proporcional à declividade do canal (S) e ao comprimento do canal (L) - aumento do tamanho das partículas que estão sendo depositadas no canal do rio corresponde a um aumento de SL - em outras palavras, o Índice de Hack (Hack, 1973). Supondo que a competência de um rio está diretamente relacionada à sua energia, é compreensível que o Índice de Hack (SL) seja tomado como medida ou indicação da energia do rio - e, portanto, como base comparativa entre eles (Etchebehere et al. 2004, Etchebehere et al., 2006). A competência dos canais fluviais traduzida pelo índice de Hack provou ser um componente importante para descrever a adequação ambiental ao invasor *L. fortunei* (Campos et al., 2012).

Pela teoria do escoamento em canais abertos, o coeficiente de rugosidade de Manning é um dos principais parâmetros para descrição da vazão sobre uma superfície. A equação de Manning para canais abertos é utilizada intensivamente na modelagem hidrológica de cursos d'água (Ab. Ghani et al., 2007). Uma das dificuldades da aplicação da equação de Manning é a definição do seu coeficiente de rugosidade em rios e canais (Lyra et al., 2010). Outro fator limitante na utilização desta metodologia é a necessidade do perímetro total do canal que é só possível através de batimetria, que não será utilizado neste estudo.

Queiroz et al., (2015) realizou um trabalho que apresenta uma nova ferramenta de software para análise morfométrica de redes de drenagem com base em métodos de Hack e Etchebehere et al. (2004). Esta ferramenta é aplicável a estudos de morfotectônicos e neotectônicos. O programa foi codificado em Python para uso na plataforma ArcGIS e é chamado Knickpoint Finder.

Etchebehere et al. (2004) propôs um derivado do Índice de Hack, o índice de extensão de inclinação relativa (RDE), que dá uma indicação da energia atual em um trecho de drenagem que varia de acordo com a inclinação da sua superfície e a descarga de água até o seu trecho final.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

O objetivo do presente trabalho é testar uma metodologia, com base no geoprocessamento, para identificar e mapear a dispersão de espécies invasoras como o Mexilhão dourado dando subsídios para a localização das estações de monitoramento e, neste sentido, contribuir para a gestão efetiva dos cursos de água no Brasil. A metodologia proposta assenta no estudo da relação da energia fluvial do rio com a distribuição espacial das larvas de *L.fortunei*.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Calcular o índice de Hack (RDE) através da ferramenta Knickpoint Finder na plataforma ArcGIS nos trechos de amostragem de larvas do *Limnoperna Fortunei* para o trecho a jusante da UHE de São Simão no estado de Goiás, GO no baixo curso do rio Paranaíba, formador do rio Paraná.
- Calcular o índice “Relação Declividade-Extensão – RDE para inferir a força energética dos trechos a jusante da UHE de São Simão e, portanto, sua força de cisalhamento (Hack, 1973; Etchebehere et al., 2004).
- Medir o coeficiente de correlação entre a energia dos trechos e a concentração de larvas de *Limnoperna fortunei*.

### **4. METODOLOGIA**

#### **4.1 Área de estudo e rede amostral**

O rio Paranaíba, um dos formadores do importante rio Paraná, apresenta extensão de 1.008 km até sua foz, recebendo, em seu percurso, águas de quatro unidades da federação: Minas Gerais, onde estão suas nascentes, Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso do Sul. A sua bacia de contribuição apresenta posição estratégica no contexto nacional, situando-se no Triângulo Mineiro (Figura 2).

Esta bacia, que vem apresentando um expressivo desenvolvimento nos últimos anos, se consolida cada vez mais como um importante eixo logístico, conectando as regiões Sudeste e

Centro-Oeste do Brasil, e também como uma fronteira agrícola em franca expansão, em especial para a produção de grãos, a qual se associa uma forte agroindústria principalmente da cadeia da cana-de-açúcar. Além disso, apresenta importante trecho navegável da Hidrovia do Paraná e um expressivo parque de geração hidrelétrica, que é complementada pela atividade industrial e forte concentração populacional nos centros urbanos, que abrigam cerca de 8,5 milhões de habitantes (ANA, 2015).

A bacia do rio Paranaíba apresenta variação de 240 m a 1400 m de altitude, com as menores altitudes acompanhando o curso principal do rio Paranaíba e, principalmente, a região da sua foz, localizada na Província Paraná. Já as maiores cotas altimétricas ocorrem nas porções nordeste e sudeste(ANA, 2015).

Os pontos de maior altitude localizados na margem nordeste. Esta porção da bacia compreende o alto e médio curso dos tributários Piracanjuba, Corumbá, Veríssimo e São Marcos, na margem direita do Rio Paranaíba; e Ribeirão Verde, Rio Dourados e Rio Araguari, em sua margem esquerda. Os pontos de menor altitude se concentram na porção sudoeste da bacia do rio Paranaíba. Esse baixo altimétrico ocorre ao longo do canal principal do rio Paranaíba e o médio a baixo curso de seus principais afluentes da margem esquerda, como no caso dos rios Formoso, Santana, Aporé, Corrente, Verde, Claro, Preto, rio dos Bois e rio Meia Ponte, bem como os rios Arantes, da Prata e Tijuco localizados na margem direita. Estes rios estão inseridos na Formação Vale do Rio do Peixe, que é composta exclusivamente por arenito. A expansão deste baixo topográfico, o qual se inicia nas imediações do exutório da bacia e vai em direção às cabeceiras do Rio Turvo e do Rio dos Bois, caracteriza um conjunto de vales(ANA, 2015).

Do ponto de vista geomorfológico, são definidos dois conjuntos de relevo na bacia do rio Paranaíba: o Planalto Central Goiano e o Planalto Setentrional da Bacia do Paraná. O primeiro compreende o Planalto do Distrito Federal e Planalto Rebaixado de Goiás, no domínio das rochas metamórficas e metassedimentares. O segundo representa a região dos planaltos areníticos-basálticos interiores e é subdividido no Planalto (Chapadão) do Rio Verde e Planalto Rebaixado da Bacia do Paraná (EPE, 2006).

A área de estudo abrange o trecho a jusante da UHE de São Simão no rio Paranaíba (Figura 3).Foram amostrados um total de 22 pontos, onde os pontos P00, PR1, PR2, PR2b, PR3, PR4 no rio Paranaíba, T3 no rio Corrente e T4 no rio Aporé, foram amostrados no período de 2006 a 2007 com 12 coletas, para os pontos ES03,ES04, ES05, ES06, ES07, ES08, ES09, ES10, ES11, ES12 e ES13 no rio Paranaíba, CO1 no rio Corrente, AP1 no rio Aporé e BA1 no rio Barreiro, foram amostrados no período de 2009 a 2014 com periodicidade de 6 coletas por ano.

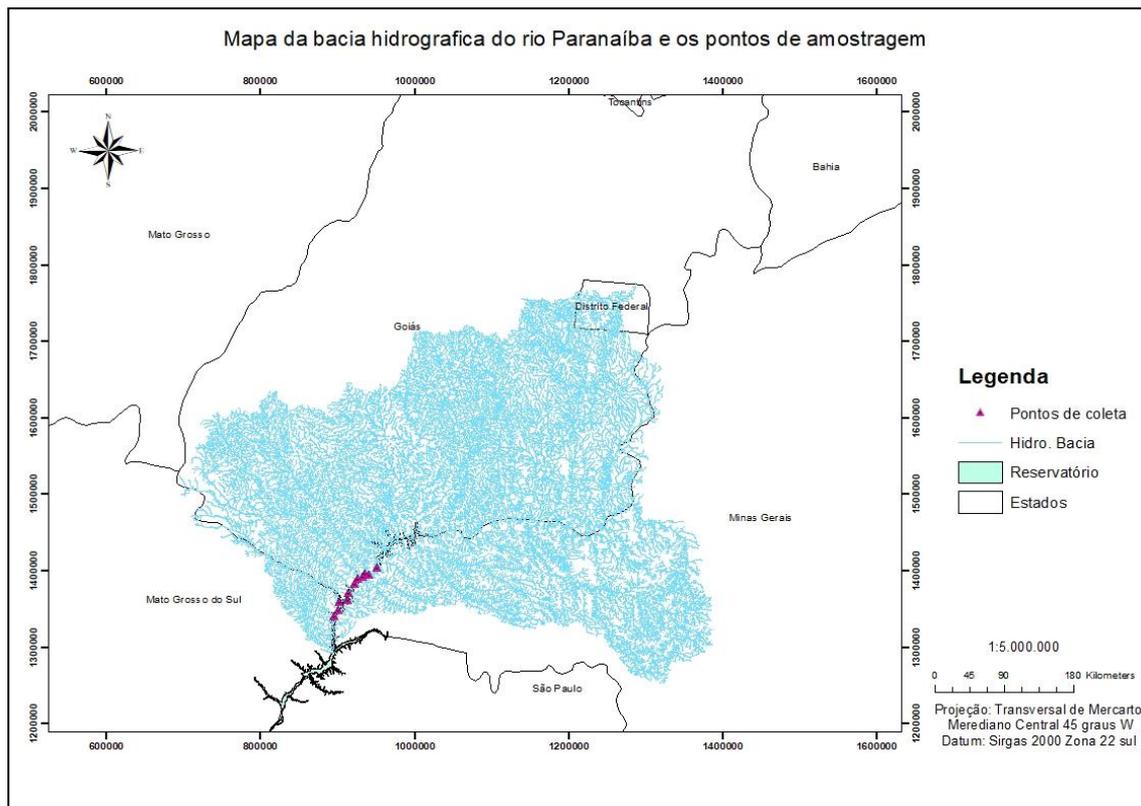


Figura 2 - Mapa da bacia hidrográfica do rio Paranaíba e o pontos de amostragem a jusante da UHE São Simão.

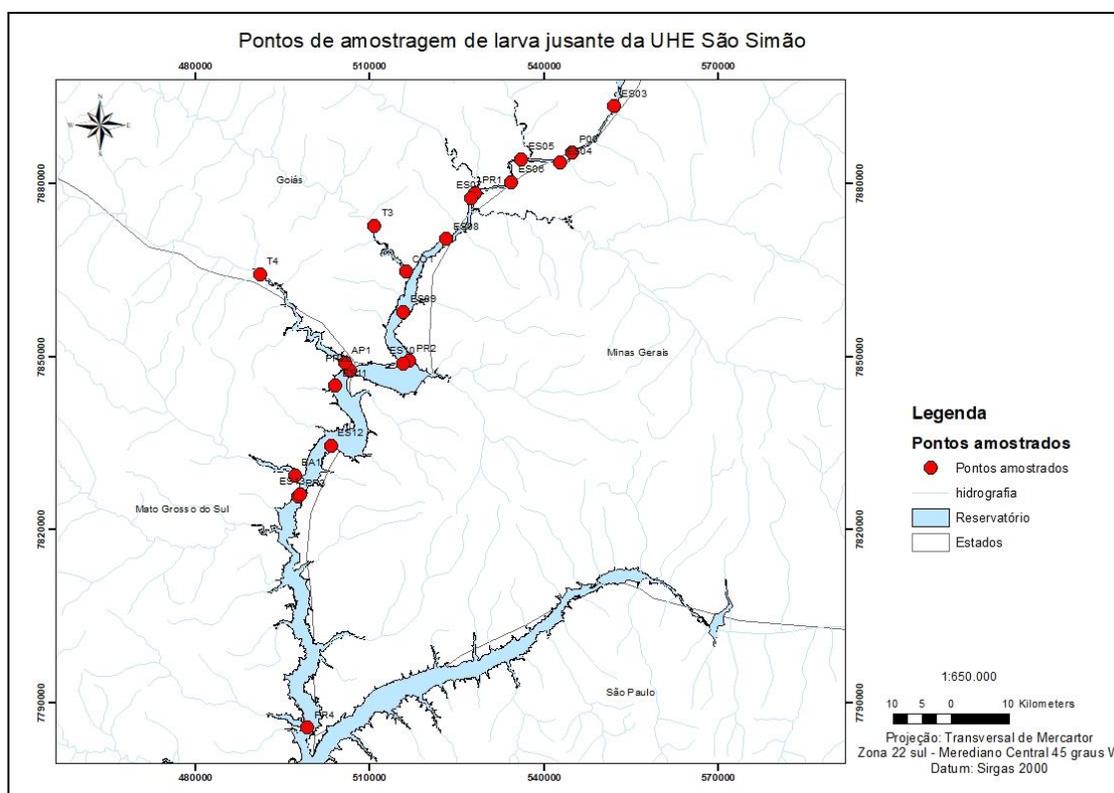


Figura 3 - Localização dos pontos de amostragem a jusante da UHE São Simão.

## 4.2 Dados de amostragem

Os dados de densidades das amostras de *Limnoperna Fortunei* foram cedidos por ECO GERAES CONSULTORIA AMBIENTAL e Campos et al., (2012). Para as coletas de estágios larvais os procedimentos foram baseados em CETEC (2003) e Campos (2004). As amostras planctônicas foram coletadas com rede de 35 micra de abertura de malha, por meio de arrastos horizontais e verticais. Os arrastos horizontais foram realizados em um período de três minutos, e o volume de água filtrado foi medido com auxílio de um fluxômetro. O arrasto vertical foi realizado ao longo de toda a coluna de água na região limnética ou no centro do canal considerando-se o volume do cone com a altura igual a profundidade da coluna de água. Concluída a coleta, as amostras foram acondicionadas em frascos de 250 ml, fixadas com formol neutralizado a 4% e transportadas ao laboratório para análise. Em laboratório foi realizada a identificação dos estágios larvais e quantificação utilizando-se de técnicas usuais e específicas de microscopia óptica. Os resultados foram expressos em número de larva por m<sup>3</sup>. Os dados de Condutividade e pH das águas foram obtidos através de uma sonda multiparâmetros, medidos in loco na hora da amostragem das larvas.

## 4.3 Tratamento dos dados

Hack (1973) estabeleceu um índice fluvio-morfométrico para analisar os perfis longitudinais dos cursos d'água ou de determinados trechos ao qual designou índice SL (Stream Length-Gradient Index). O índice refere-se à declividade de um determinado trecho de um rio multiplicado pela distância do referido trecho a nascente. Porém, foi utilizado no presente trabalho o índice "Relação Declividade-Extensão – RDE proposto por Etchebehere et al. (2004) (Figura 4), que é o gradiente hidráulico, a energia da corrente (*stream power*) que reflete na capacidade de erodir o substrato e ou de transportar a carga sedimentar. O RDE pode ser calculado para toda a extensão de um rio considerando a amplitude altimétrica total, ou seja, a diferença topográfica em metros entre a cota da cabeceira e a cota da foz, e o logaritmo natural de toda sua extensão. Os índices RDEs (segmentato) aplicados a toda extensão da drenagem, possibilitam uma avaliação regional referentes a segmentos de drenagem tendo uma conotação mais local, sendo indicadores sensíveis de mudanças na declividade de um canal fluvial, podendo estar associada a desembocaduras de tributários de ordem expressivo. O índice RDEs (segmentado) foi calculado para toda extensão da bacia do rio Paranaíba, considerando a amplitude altimétrica do trecho, ou seja, a diferença topográfica em metros entre as extremidades da extensão do segmento do rio, e o logaritmo natural da sua extensão.

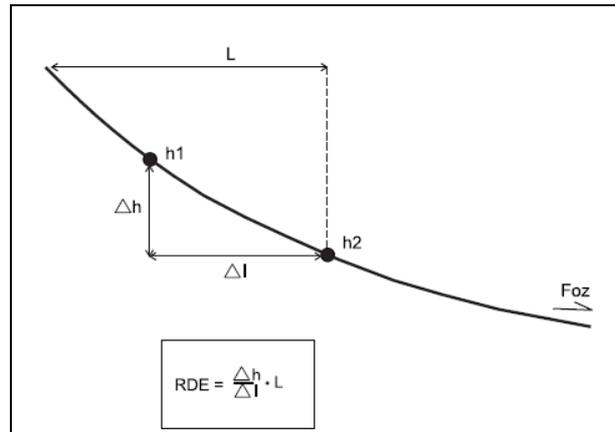


Figura 4 -Parâmetros utilizados no cálculo do Índice RDE para segmentos de drenagem, onde:  
 $\Delta h$ = diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um seguimento ao longo do curso d'água;  $\Delta l$ = projeção horizontal da extensão do referido segmento;  $L$ = comprimento total do curso d'água a montante do ponto para o qual o índice está sendo calculado.

As variáveis necessárias para calcular o RDEs foram tirados de um modelo digital de terreno, feito no formato do shapefile usando o ArcGIS 10.4. Esses parâmetros foram tabulados e associado a cada vetor que representa cada trecho de rio analisado da bacia. Os valores calculados do índice RDEs foram então plotados para interpolação espacial de acordo com Etchebehere et al. (2004) usando o ArcGIS Spatial Analyst e Geostatistical Analyst extensões e a ponderação de distância inversa (IDW). Este interpolador foi usado para gerar uma superfície contínua com o índice RDE com as informações representadas em um mapa. Foi utilizado também as imagens ASTER de Modelo Digital de Terreno MDE, com resolução espacial de 30m, gerado um único raster com a ferramenta Mosaic, em seguida, projetado esse raster em coordenadas UTM com a referência espacial para SIRGAS\_2000\_UTM e recortado esse raster para área da bacia de estudo, utilizando a ferramenta KnickpointsFinder(Queiroz et al., 2015)do ArcGIS para calcular o índice de Hack (RDE). Knickpoints RDE gera um mapa de pontos a partir de um modelo de elevação digital (DEM) projetado em coordenadas UTM. Na Figura 5 apresenta o fluxograma da metodologia utilizada.

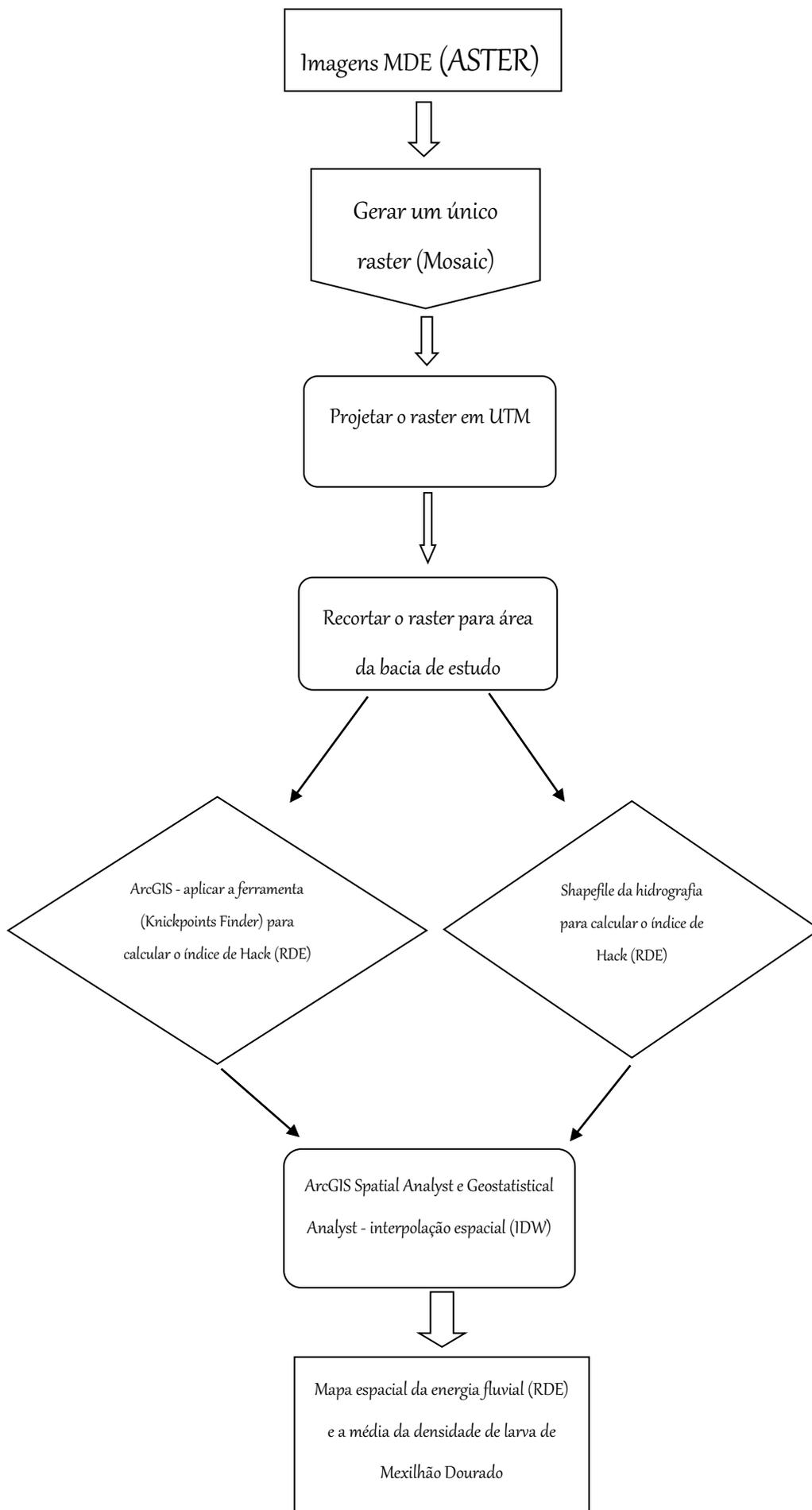


Figura 5 – Fluxograma da metodologia para geração de mapas.

#### 4.4 Tratamento estatístico

A comparação espacial das médias populacionais obtidas em cada estação de amostragem foi feita através de estatística não paramétrica usando spearman rank correlation. Ainda que os testes não paramétricos tenham como desvantagem ser menos potentes do que os métodos paramétricos optamos por usar os primeiros dada as suas conclusões mais conservadoras. Os dados de condutividade e ph foram utilizados como variáveis para o tratamento estatístico de correlação, agrupando com a densidade de larva e o RDEs dos trechos amostrados.

### 5. RESULTADOS

Os dados brutos utilizados para as análises dos resultados estão apresentados no anexo 1.

#### 5.1 Distribuição espacial do *Limnoperna fortunei*

A média da densidade dos pontos amostrados foi de 55,3 indivíduos/m<sup>3</sup>. Neste estudo, não encontramos *L. Fortunei* nos pontos P00, PR1, PR2, ES04 no rio Paranaíba, T3 no rio Corrente e T4 no rio Aporé. Dos 22 pontos amostrados, 6 pontos apresentaram médias significativas de larva, PR2b, PR3, PR4, ES12 e ES13 no rio Paranaíba e AP1 no rio Aporé e CO1 no rio Corrente. As densidades de larvas, nos pontos, PR2, ES03, ES05, ES06, ES07, ES08, ES09, ES10, ES11 e CO1 as médias ficaram perto de 0 e 1 (Figura 6). Os pontos apresentaram diferenças significativa das estações de amostragem (teste de Kruskal-Wallis:  $H = 349,71$   $p = 0,000$ ) as maiores densidades foram encontradas no PR3, PR4 no rio Paranaíba e AP1 no rio Aporé, em trechos lânticos do rio e em áreas de reservatório.

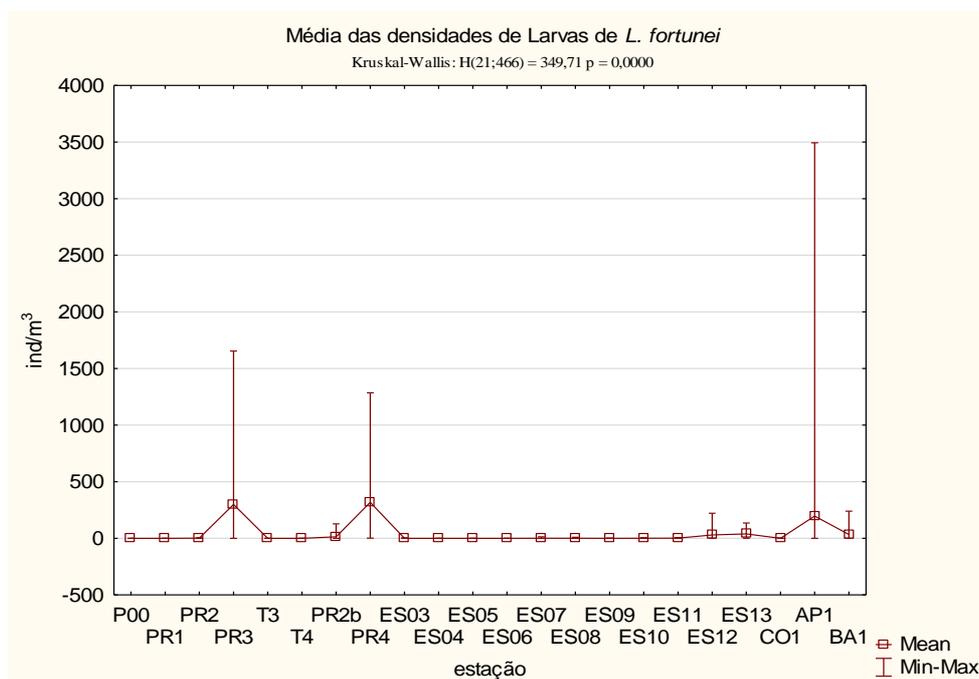


Figura 6 - Densidade de larva (ind/m<sup>3</sup>) no rio Paranaíba e tributários no período de 2006 a 2014.

## **5.2 Fatores espaciais físico químicas**

A tabela 1 mostra os valores médios, mínimos e máximos de variáveis físico químicas das águas dos rios na bacia hidrográfica do baixo Paranaíba. Os valores foram amostrados entre o ano de 2006, 2007, 2009, 2010 e 2014.

A média da condutividade da água estava baixa, ficando perto de 32,55  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^2$  com o valor mínimo de 13,68  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^2$  e o valor máximo 92,00  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^2$ . As águas da região do baixo Paranaíba podem ser consideradas macias na região avaliada. O pH médio foi de 7,19, ficando perto da neutralidade, com o valor mínimo de 4,55 e 10,50 (Figura 7).

De acordo com Campos et al., (2013) a partir de ensaios laboratoriais verificou-se que adultos do Mexilhão dourado não são capazes de sobreviver em pH acima de 8.9 ou abaixo de 2.6 (provocando 100% de mortalidade em 48 horas). Por outro lado, os autores indicam uma faixa entre 5.4 e 7.0 como favorável para a sobrevivência de adultos. Não existem estudos específicos com relação aos requerimentos ecológicos de *L. fortunei* em relação à condutividade, entretanto sabe-se que tal bivalve é capaz de suportar tanto águas com elevada condutividade como os ambientes salobros (Villar et al., 1999) até águas com condutividade relativamente baixas, sendo capaz de sobreviver em água deionizada (Deaton et al., 1989). Os resultados de pH e condutividade para os pontos amostrados apresentam dentro de uma faixa favorável à sobrevivência do mexilhão.

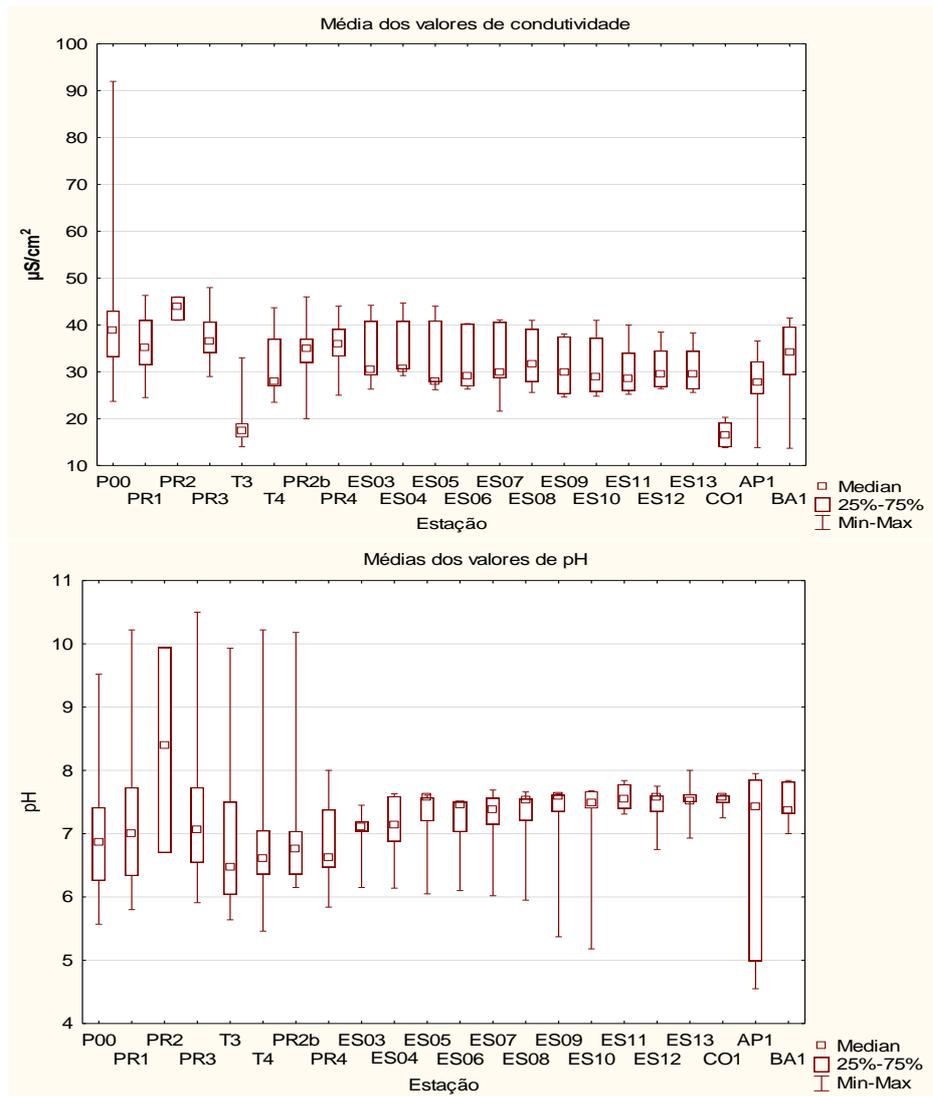


Figura 7 - Valores de condutividade e pH para área do baixo Paranaíba no período de 2006 a 2014.

Tabela 1: valores médios, mínimos, máximos, moda e desvio padrão de variáveis físico químicas das águas para os pontos amostrados na bacia hidrográfica do baixo Paranaíba.

Parâmetros	P00	PR1	PR2	PR2b	PR3	PR4	T3	T4	ES03	ES04	ES05	ES06	ES07	ES08	ES09	ES10	ES11	ES12	ES13	CO1	API	BA1	
Conductividade (uS/cm)	mínimo	23,70	24,50	41,00	20,00	29,00	25,00	14,00	23,50	26,30	29,20	26,20	26,30	21,60	25,60	24,60	24,80	25,20	26,40	25,60	13,82	13,82	13,68
	máximo	92,00	46,30	46,00	46,00	48,00	44,00	33,00	43,70	44,20	44,70	44,00	40,30	41,10	41,00	38,10	41,00	40,00	38,50	38,30	20,30	36,60	41,50
	média	39,39	35,79	43,67	35,00	37,62	36,37	19,46	31,92	33,30	34,46	32,87	32,21	31,98	32,46	30,82	31,13	30,27	30,52	30,21	16,55	27,01	31,24
	moda	40,00	32,00	*	35,00	40,00	36,00	19,00	*	30,50	30,60	27,90	29,20	29,80	27,90	29,80	29,00	28,60	29,40	29,50	19,15	36,60	41,50
	desvio padrão	11,29	6,22	2,05	4,80	5,08	4,69	5,68	6,67	6,74	5,50	6,61	5,62	6,71	5,47	5,35	5,83	5,26	4,51	4,70	2,57	7,28	10,03
pH	mínimo	5,57	5,80	6,70	6,15	5,91	5,84	5,64	5,46	6,15	6,14	6,05	6,10	6,02	5,95	5,37	5,18	7,31	6,75	6,93	7,25	4,55	7,00
	máximo	9,52	10,22	9,94	10,18	10,50	8,00	9,93	10,22	7,45	7,63	7,61	7,51	7,69	7,66	7,63	7,68	7,84	7,75	8,00	7,61	7,95	7,84
	média	7,01	7,23	8,35	6,89	7,33	6,87	6,94	7,02	7,02	7,12	7,25	7,19	7,24	7,25	7,23	7,21	7,59	7,44	7,55	7,52	6,76	7,48
	moda	7,30	5,80	*	6,29	7,80	6,08	*	*	7,45	7,07	7,57	7,50	7,56	7,55	7,59	7,67	7,78	7,75	7,51	7,49	4,99	7,00
	desvio padrão	0,97	1,15	1,32	0,79	1,16	0,62	1,18	1,30	0,42	0,48	0,51	0,47	0,51	0,55	0,76	0,84	0,21	0,33	0,33	0,12	1,36	0,33

### 5.3 Aspectos hidrodinâmicos dos trechos à jusante da UHE de São Simão

Os resultados dos cálculos do RDEs e as densidades de larva por ponto estão apresentados na tabela 2. Os dados de RDEs interpolados e com as densidades médias das larvas estão apresentados no mapa da Figura 8.

Foi realizado a correlação de Spearman Rank Order, para correlacionar os dados de densidade de larva, ph, condutividade, e o RDE, e o resultado foi significativo estatisticamente para o RDE e densidade sendo valor do coeficiente de correlação de -0,097 (Quadro 1) indicando uma correlação negativa, significando que a medida que diminui o RDE aumenta o número de larvas. No mapa de distribuição espacial das larvas na (Figura 8) mostra que as maiores densidades médias estão em áreas com o RDEs baixo, confirmando os dados do tratamento estatístico.

Quadro 1: Correlação de Spearman Rank Order, dos dados de densidade de larva, ph, condutividade, e o RDEs.

Variáveis	Spearman Rank Order Correlations			
	MD pairwise deleted			
	Marked correlations are significant at $p < ,05000$			
	RDE	Densidade de larva	Condutividade	pH
RDE	1,000000	-0,097326	0,078924	-0,015833
Densidade de larva	-0,097326	1,000000	0,103094	-0,015109
Condutividade	0,078924	0,103094	1,000000	-0,365248
pH	-0,015833	-0,015109	-0,365248	1,000000

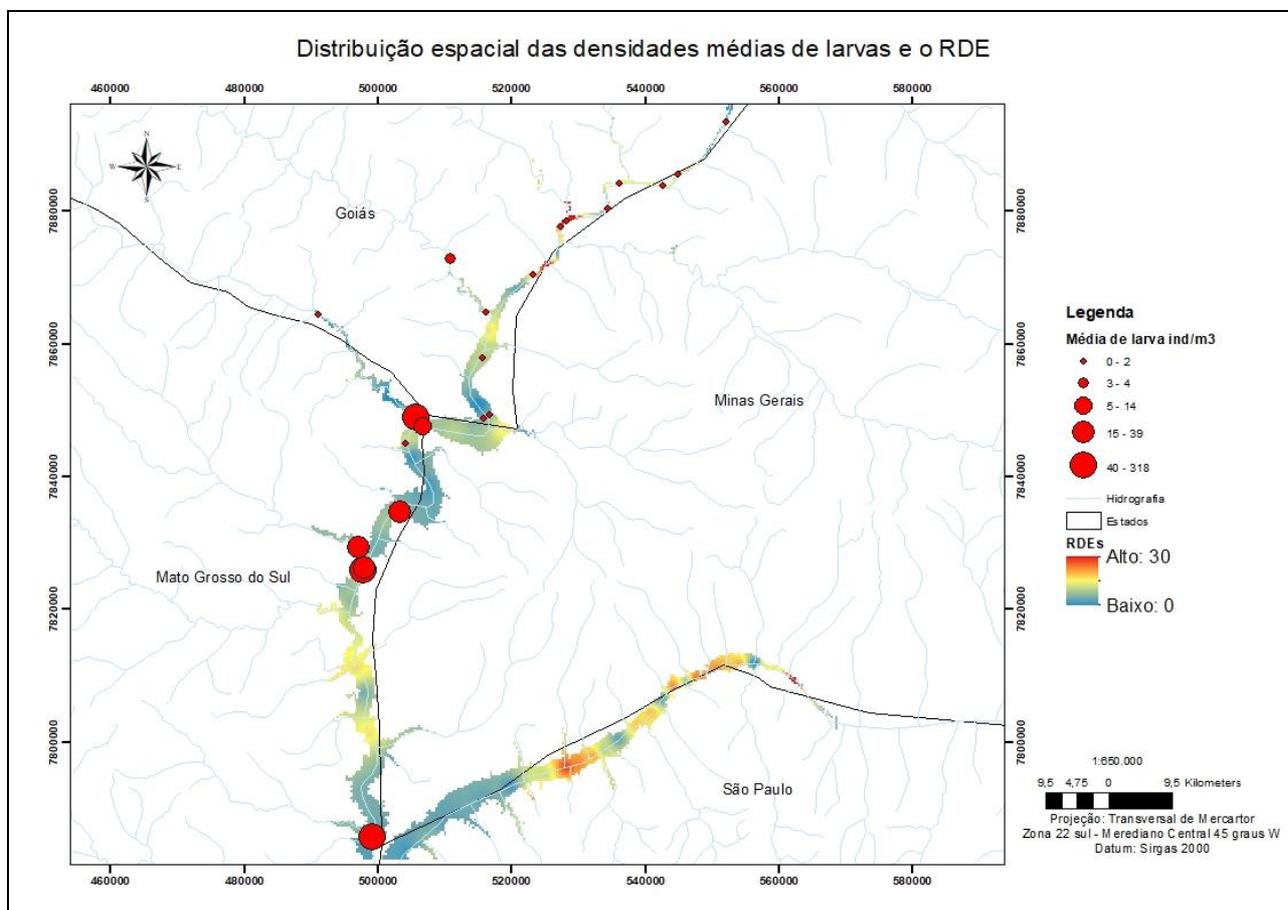


Figura 8 - Mapa da distribuição espacial das médias de larvas e o RDE.

Tabela 2: valores médios, mínimos, máximos, moda e desvio padrão de variáveis físico químicas das água e densidade de larva e RDEs dos pontos amostrados na bacia hidrográfica do baixo Paranaíba.

Parâmetros	P00	PR1	PR2	PR2b	PR3	PR4	T3	T4	ES03	ES04	ES05	ES06	ES07	ES08	ES09	ES10	ES11	ES12	ES13	CO1	AP1	BA1	
Larvas ind/m <sup>3</sup>	mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,61	0,00	0,00	0,00
	máximo	0,00	0,00	5,00	128,00	1654,10	1285,05	0,00	0,00	3,90	0,00	0,10	0,14	13,32	9,06	1,39	5,57	6,84	221,81	135,53	2,43	3493,48	240,14
	média	0,00	0,00	1,67	13,67	298,91	317,59	0,00	0,00	0,22	0,00	0,01	0,01	0,61	0,59	0,17	0,38	1,20	29,46	38,89	0,13	196,57	33,92
	moda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	*	0,00	0,00	0,00
	desvio padrão	0,00	0,00	2,36	24,95	353,41	433,86	0,00	0,00	0,89	0,00	0,03	0,03	2,77	2,02	0,34	1,19	1,81	54,88	45,60	0,54	739,19	63,67
RDEs	16,11	5,26	1,54	8,63	9,25	5,06	10,19	2,84	1,85	12,93	5,26	5,26	14,11	4,38	8,70	1,54	9,57	7,63	9,25	8,82	1,16	6,99	

## 5. DISCUSSÃO

Os estudos de distribuição espacial de *L. fortunei* tem dado pouco enfoque a geomorfologia fluvial. No entanto, a larva do Mexilhão dourado como é uma espécie epifaunal e se fixa em substratos rígidos, a energia fluvial pode ser um fator importante na sua distribuição. Clarke e McMahon (1996) investigaram a efeito da velocidade da água, com a capacidade de mexilhões zebraadultos (*Dreissena polymorpha* Pallas,1771), de se prender ao substrato, e descobriu que a corrente interferiu na capacidade de pressionar o pé contra o substrato e interferir na sua fixação. Essa espécie invasora tem características ecológicas semelhantes às do Mexilhão dourado. Outra relação direta também pode ser esperada entre a competência do rio e a força de arrasto de estádios da larva planctônica.

O resultado estatístico da correlação das densidades de larvas com o RDEs, indica uma relação negativa significativa, ou seja, à medida que diminui o valor da energia fluvial do trecho do rio aumenta o valor das densidades de larvas. Analisando os resultados de RDEs no mapa da Figura 9, observamos que os valores mais altos foram para áreas de trechos lóticos do rio, e as áreas dos trechos lânticos e áreas de reservatório ficaram com valores baixos, comprovando que o cálculo do RDEs foi eficiente e segue uma lógica das características geomorfológicas fluvial da área de estudo.

Ao comparar espacialmente no mapa as densidades das larvas, observamos um gradiente de distribuição longitudinal que aumentou significativamente de montante para jusante ao longo do trecho do rio, que poderiam atuar como um vetor negativo para larvas, arrastando as larvas e os recrutas (veligers em fase tardia) a jusante. Um estresse hidráulico poderia minimizar o estabelecimento da espécie principalmente na porção do sistema onde está localizada as condições de maior energia.

No mapa da Figura 8 demonstra as áreas vulneráveis a inundação para a bacia do rio Paranaíba de acordo com ANA,(2015), podemos observar que as maiores densidades de larva concentram em uma área considerada de médio risco de inundação, sendo assim áreas com escoamento lento e declividade baixa. Esses dados indicando uma relação direta entre a velocidade de escoamento superficial das águas com o padrão de distribuição das larvas de *L. fortunei*, confirmando assim a hipótese proposta para o trabalho, quanto maior a energia fluvial do rio, menor a densidade de larva encontrada.

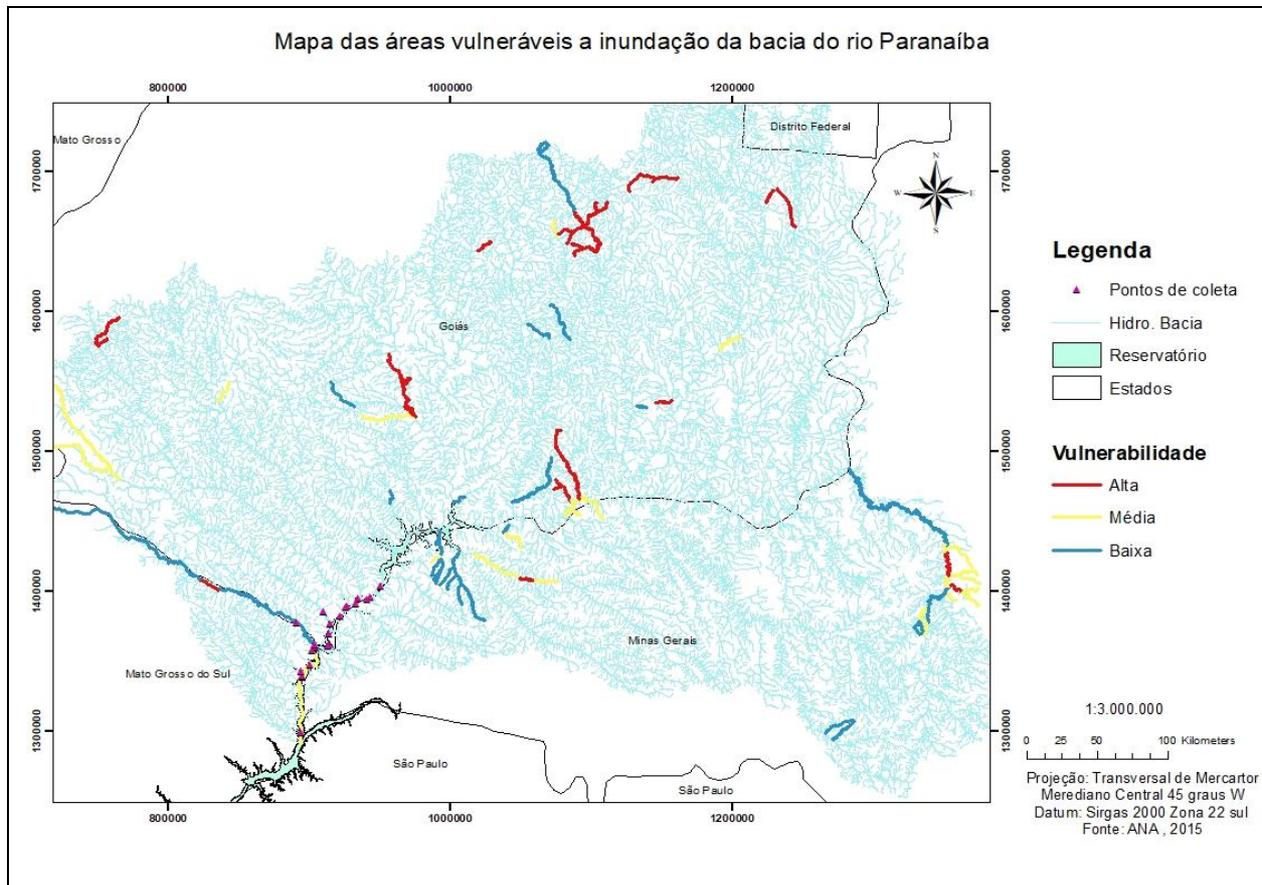


Figura 9 - Mapa das áreas vulneráveis a inundação da bacia do rio Paranaíba (Fonte: ANA, 2015).

Não foi possível usar os resultados gerados pela ferramenta Knickpoint Finder na plataforma ArcGIS. O programa não gerou corretamente a drenagem em regiões com baixa declividade do canal. Nas regiões de cabeceira da bacia do Paranaíba o programa gerou a drenagem correta, quando chega em áreas onde a declividade é mais suave e áreas de reservatório o programa perde o fluxo da drenagem gerando erros de topologia e calculando o RDE errado para essas regiões, sendo o caso da região de estudo onde o programa não conseguiu gerar a drenagem correta. Essa ferramenta mostrou não ser eficiente para o cálculo do RDE na área de estudo dos pontos amostrados.

O estudo da distribuição espacial das larvas mostra ser uma importante ferramenta na tomada de decisões, tanto para análises preditivas de áreas com maior possibilidade de encontrar larvas da espécie invasora, por exemplo na realização de estudos de monitoramento da espécie, com a identificação de pontos de monitoramento com maior eficiência, quanto também para análise de áreas com potencial de risco de invasão da espécie.

## 6. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi testar uma metodologia para mapear a distribuição espacial da espécie invasora Mexilhão dourado usando para tal a análise da correlação entre RDE e concentração de larvas. Ainda que tivessem sido identificados problemas no cálculo do RDE através da ferramenta knickpointfinder do ArcGIS o cálculo deste índice permitiu verificar que a quantidade de larvas e o potencial de dispersão é maior em locais do rio onde a energia fluvial é menor. A geomorfologia fluvial dos trechos deve ser considerada, como um fator importante na distribuição e dispersão da espécie *Limnoperna fortunei* uma vez que algumas áreas com níveis mais altos de energia, podem ser desfavoráveis o estabelecimento e colonização do mexilhão, particularmente durante a fase de vida larval, quando está se prendendo ao substrato. Fatores que limitam a dispersão dos mexilhões podem ser determinantes no processo de invasão dessa espécie em novos ecossistemas e assim servir para uma mais efetiva gestão das águas interiores no Brasil.

Com a invasão da espécie *Limnoperna fortunei* no reservatório da UHE São Simão, vai ocorrer um aumento da produção das larvas a jusante, conseqüentemente uma maior pressão de propagulos nessa região, sendo assim estudos posteriores a essa invasão, devem ser importantes para verificar se a hipótese desse estudo se confirma. Estudos em regiões onde ocorre uma topografia diferente da área de estudo desse trabalho e pontos de amostragem com uma maior concentração de larva, também poderam verificar se essa tendência se mantém.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB. GHANI, A.; ZAKARIA, N. A.; KIAT, C. C.; ARIFFIN, J.; HASAN, Z. A.; GHAFFAR, A. B. A. Revised equations for Manning's coefficient for sand-bed rivers. *International Journal River Basin Management*, v.5, n.4, p.329–346, 2007.
- AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS-ANA. Plano De Recursos Hídricos E Do Enquadramento Dos Corpos Hídricos Superficiais Da Bacia Hidrográfica Do Rio Paranaíba. Brasília, 2015.
- ARAÚJO, M. B.; A. GUISAN. Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography* 33:1677-1688, 2006.
- AVELAR, W.E.P.; MARTIM, S.L.; VIANNA, M.P. A new occurrence of *Limnoperna fortunei* (Dunker 1856) (Bivalvia, Mytilidae) in the State of São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 64(4):739-742, 2004.
- BOLTOVSKOY D.; CORREA N.; CATALDO D.; SYLVESTER F. Dispersion and ecological impact of the invasive freshwater bivalve *Limnoperna fortunei* in the Rio de la Plata watershed and beyond. *Biol Invasions* 8:947–963, 2006.
- BRACK, P.; RUPPENTHAL, E.L.; BRACK, I. V. Projetos de hidrelétricas no rio Uruguai: perdas e desafios socioambientais. In Márcia Luíza Pit Dal Magro, Arlene Renk & Gilza Maria de Souza Franco (Orgs.) *IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA IMPLANTAÇÃO DA HIDRELÉTRICA FOZ DO CHAPECÓ*. Chapecó (SC): Argos. Pg.17-42, 2015.
- BRADLEY B. A.; Blumenthal D. M; Wilcove D. S.; Ziska L. H. Predicting plant invasions in na era of global chage. *Trend in Ecology and Evolution*, 25, 310-318, 2010.
- CAPINHA,C.; ESSL FRANZ.; SEEBENS, H.; MOSER D.; PEREIRA, H. M. The dispersal of species redefines biogeography in the Anthropocene. *Science* 348, 6240, 2015.
- CAMPOS, M.C.S. & MATA, F.A R. 2004. Range Limits of *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) due to pH variation. In: 13° INTERNATIONAL CONFERENCE ON AQUATIC INVASIVE SPECIES, 2004, Ennis, County Clare. 13° International Conference on Aquatic Invasive Species.
- CAMPOS, M.C.S.; PEIFER, D., CASTRO, P.T. The ShearStress importance on the spatial distribution pattern of the invader *Limnoperna fortunei* in the Upper Parana´ River Basin. - An assessment based on the Spatial Distribution Models. *Biota Neotropica*. 16(1): e20140164, 2016.
- CAMPOS, M. D. C. S., LANZER, R., & CASTRO, P. D. T. Hydrological stress as a limiting factor of the invasion of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) in the Upper Paraná River (Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24(1), 64–82. doi:10.1590/S2179-975X2012005000027, 2012.
- CATALDO, D.; BOLTOVSKOY, D.; HERMOSA, JL.; CANZI, C. Temperature-dependent larval development rates of *Limnoperna fortunei* (Mollusca, Bivalvia). *Journal of Molluscan Studies*, vol. 71, p. 41- 46. <http://dx.doi.org/10.1093/mollus/eyi005>, 2005.
- DARRIGRAN, G.; PENCHASZADEH, P.; DAMBORENEA, MC. An invasion tale: *Limnoperna fortunei*(Dunker, 1857) (Mytilidae) in the Neotropics. In Claudi, R. (Ed.). *Proceedings 10<sup>th</sup> International Aquatic Nuisance Species and Zebra-Mussels Conference*, Toronto, Canada. 2000.
- DARRIGRAN, G.; PASTORINO, G. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae), potencial problema en las cuencas dulceacuólicas de América del Sur. II Congresso Latinoamericano de Malacologia, Porto Alegre, Brasil. 1995.
- DAWSON, WAYNE.; et al. Global hotspots and correlates of alien species richness across taxonomic groups. *Nature Ecology &Evolution*. 2017.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Avaliação Ambiental Integrada (Aai) Dos Aproveitamentos Hidroelétricos Da Bacia Hidrográfica Do Rio Paranaíba. Goiás, 2007.
- ETCHEBEHERE, M.L.C.; SAAD, A.R.; FULFARO, V.J.; PERINOTTO, J.A.J., Aplicação do Índice Relação Declividade- Extensão RDE na Bacia do Rio do Peixe (SP) para Detecção de Deformações Neotectônicas. *Revista do Instituto de Geociências USP Série Científica*, São Paulo, vol. 4, no. 2. pp. 43-56, 2004.

ETCHEBEHERE, M.L.C.; SAAD, A.R.; SANTONI, G.; CASADO, F.C.; FULFARO, V.J., 2006. Detecção de prováveis deformações neotectônicas no vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista, mediante aplicação de índices RDE (Relação Declividade-Extensão) em segmentos de drenagem. *Revista Geociências, UNESP*, vol. 25, no.3. pp. 271 – 289.

EVERETT, R.A. Patterns and pathways of biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 15(5): 177-178, 2000.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC. Pesquisa para o desenvolvimento de Ecotecnologias de Prevenção e Controle de *Limnoperna fortunei* – Estudo de caso (reservatório de Volta Grande. Relatório técnico parcial, maio de 2003.

GUISAN, A.; ZIMMERMAN, N. E. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecol. Modell.* **135**: 147–186, 2000.

HACK, J. T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. *J. Res. Us. Geol.* v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.

HACK, J. T. Estudos de perfis de fluxo longitudinal na Virgínia e Maryland. *US Geol. Survey Prof. Paper 294-B*, p. 45-97, 1957.

HACK, J.T.; YOUNG, R.S. Entradas nos meandros do North Fork do rio Shenandoah, Virgínia. *US Geol. Pesquisa do Prof. Paper 354-A*, 10 p., 1959.

HULME, P.E. Beyond control: wider implications for the management of biological invasions. *Journal of Applied Ecology*, n. 43. p. 835-847, 2006.

IBAMA. Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Diagnóstico sobre a invasão do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) no Brasil. Consulta pública. 2017.

KARATAYEV, A. Y.; PADILLA, D. K.; MINCHIN, D.; BOLTOVSKOY, D.; BURLAKOVA, L. EChanges in global economics and trade: the potential spread of exotic freshwater bivalves. *Biological Invasions*, 9, 161–180, 2007a.

KARATAYEV, A.; DEMETRIO BOLTOVSKOY; DIANNA K. PADILLA.; LYUBOV E.BURLAKOVA. The Invasive Bivalves *Dreissena polymorpha* and *Limnoperna fortunei*: Parallels, Contrasts, Potential Spread And Invasion *Journal of Shellfish Research*, 26(1):205-213,2007b.

KRITICOS, D. J.; SUTHERST, R. W.; BROWN, J. R.; ADKINS, S. W.; MAYWALD, G. F. Climate change and the potencial distribution of an invasive alien plant: *Aacacia nilotica* ssp. In *Australia*. *Journal of Applied Ecology*, 40, 111-124,2003.

LODGE, D.M.; STEIN, R.A.; BROWN, K.M.; COVICH, A.P.; BRONMARK, C.; GARVEY, J.E. & KLOSIEWSK, S.P. Predicting impact of freshwater exotic species on native biodiversity: Challenges in spatial scaling. *Australian Journal of Ecology*, 23(1):53-67, 1998.

LYRA, G. B. et al. Coeficiente de rugosidade de Manning para o rio Paracatu. *Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande*, v. 14, n. 4, p. 343-350, abr. 2010. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662010000400001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010000400001&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 11 out. 2017.

MCNEELY, A. J. An introduction to human dimensions of invasive alien species. In A. J. McNeely (Ed.). *The great reshuffling: Human dimensions of invasive alien species*. Switzerland and Cambridge, Gland: IUCN The World Conservation Union.2001.

MILLS, E.L.; LEACH, J.H.; CARLTON, J.T. & SECOR, C.L. Exotic species and the integrity of the Great Lakes. *Bioscience*, 4(10): 666-676,1994.

MYERS, N.; MITTERMEIER R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. DA., KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858,2000.

OLIVEIRA, M. D.; HAMILTON, S. K.; JACOBI, C. M. Forecasting the expansion of the invasive golden mussel *Limnoperna fortunei* in Brazilian and North American rivers based on its occurrence in the Paraguay River and Pantanal wetland of Brazil. *Aquatic Invasions* 5 (1): 59-73, 2010.

OLIVEIRA, M.D.; CALHEIROS, D.F.; JACOBI, C.M.; HAMILTON, S.K. Abiotic factors controlling the establishment and abundance of the invasive golden mussel *Limnoperna fortunei*. *Biol. Invasions*, 13, 717–729, 2011.

PASTORINO, G.;DARRIGRAN,G. et al. "*Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo bivalvo invasor en aguas del Rio de la Plata." *Neotrópica* 39(34): 101-102, 1993.

PETERSON, A.T.; VIEGLAIS, D.A. Predicting species invasions using ecological niche modeling: new approaches from bioinformatics attack a pressing problem. *Bioscience*, v. 51, no. 5, p. 363-371, 2001.

PETERSON A T. Predicting the geografhy of species invasions via ecological niche modeling the Quarterly Review of Biology, 78, 419-433,2003.

PORTARIA MMA 494,: INSTITUI NO ÂMBITO DO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, FORÇA-TAREFA NACIONAL-FTN para o controle do Mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*).de 22 de dezembro de 2003.

PYSEK, P.; RICHARDSON, D.M.; PERGL, J.; JAROSIK, V.; SIXTOVA, Z.; WEBER, E.Geographical and taxonomic biases in invasion ecology. *Trends in Ecology and Evolution*. 23(5):237–244,2008.

QUEIROZ, G.L.; SALAMUNI, E.; NASCIMENTO,E.R. Knickpoint Finder: A Software Tool That Improves Neotectonic Analysis. *Computers & Geosciences* 76; 80-87, 2015.

SIMBERLOFF, D. How much information on population biology is neede to manage introduced species?. *Conservation Biology*, V. 17, P 83-89,2003.

STOHLGREN, T.J.; SCHNASE, J.L. Risk analysis for biological hazards: what we need to know about invasive species. *Risk Anal* 26:163–173, 2006.

## ANEXO A

Estação de amostragem	Nome do rio	Sirgas 2000 UTM; Zona 22S Este	Sirgas 2000 UTM; Zona 22S Norte	Local de amostragem	Mês/Ano	RDEs	Densidade de larva	Condutividade	pH
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	MD	mar/06	16,11	0,00	43,00	8,37
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	C	mar/06	16,11	0,00	43,00	8,31
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	ME	mar/06	16,11	0,00	43,00	8,19
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	MD	mar/06	5,26	0,00	35,00	8,30
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	C	mar/06	5,26	0,00	42,00	8,20
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	ME	mar/06	5,26	0,00	42,00	8,40
PR2	rio Paranaíba	516773	7849268	ME	mar/06	1,54	0,00	44,00	8,40
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	MD	mar/06	9,25	372,82	40,00	8,45
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	C	mar/06	9,25	895,24	41,00	8,47
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	ME	mar/06	9,25	730,34	42,00	8,85
T3	rio Corrente	510806	7872729	MD	mar/06	10,19	0,00	19,00	7,64
T4	rio Aporé	491104	7864294	MD	mar/06	2,84	0,00	39,00	8,02
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	MD	abr/06	16,11	0,00	42,00	9,52
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	C	abr/06	16,11	0,00	40,00	8,55
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	ME	abr/06	16,11	0,00	92,00	9,41
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	MD	abr/06	5,26	0,00	38,00	10,22
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	C	abr/06	5,26	0,00	40,00	9,97
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	ME	abr/06	5,26	0,00	41,00	9,98
PR2	rio Paranaíba	516773	7849268	ME	abr/06	1,54	0,00	41,00	9,94
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	C	abr/06	8,63	0,00	20,00	10,18
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	MD	abr/06	9,25	142,68	40,00	10,39
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	C	abr/06	9,25	306,01	40,00	10,50
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	ME	abr/06	9,25	245,15	40,00	10,36
T3	lótico	510806	7872729	ME	abr/06	10,19	0,00	17,00	9,93
T4	lótico	491104	7864294	MD	abr/06	2,84	0,00	36,00	10,22
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	MD	mai/06	16,11	0,00	48,00	7,14
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	C	mai/06	16,11	0,00	48,00	6,82
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	ME	mai/06	16,11	0,00	48,00	7,80
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	MD	mai/06	5,26	0,00	43,00	6,96
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	C	mai/06	5,26	0,00	46,00	6,75
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	ME	mai/06	5,26	0,00	46,00	7,28
PR2	rio Paranaíba	516773	7849268	ME	mai/06	1,54	5,00	46,00	6,70
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	C	mai/06	8,63	2,00	46,00	6,90
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	MD	mai/06	9,25	37,29	44,00	7,04
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	C	mai/06	9,25	36,11	44,00	6,94
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	ME	mai/06	9,25	66,95	44,00	6,82
T3	rio Corrente	510806	7872729	ME	mai/06	10,19	0,00	33,00	6,46
T4	rio Aporé	491104	7864294	MD	mai/06	2,84	0,00	37,00	6,30
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	MD	jun/06	16,11	0,00	23,70	6,00
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	C	jun/06	16,11	0,00	23,70	5,99
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	ME	jun/06	16,11	0,00	23,70	6,01
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	MD	jun/06	5,26	0,00	24,90	6,40
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	C	jun/06	5,26	0,00	24,90	6,52
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	ME	jun/06	5,26	0,00	24,50	6,45
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	MD	jun/06	8,63	44,90	30,70	6,15
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	C	jun/06	8,63	0,00	39,70	6,29

PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	ME	jun/06	8,63	14,30	39,60	6,33
PR3	jusante	497725	7825807	MD	jun/06	9,25	1654,10	40,00	6,36
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	C	jun/06	9,25	571,60	39,20	6,26
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	ME	jun/06	9,25	446,30	40,30	6,18
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	MD	jun/06	5,06	8,85	38,90	6,08
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	C	jun/06	5,06	8,37	37,10	6,12
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	ME	jun/06	5,06	2,22	39,10	6,20
T3	rio Corrente	510806	7872729	MD	jun/06	10,19	0,00	27,20	5,64
T4	rio Aporé	491104	7864294	MD	jun/06	2,84	0,00	27,10	5,46
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	MD	set/06	16,11	0,00	33,80	7,30
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	C	set/06	16,11	0,00	33,60	7,07
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	ME	set/06	16,11	0,00	32,80	7,38
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	MD	set/06	5,26	0,00	27,30	7,30
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	C	set/06	5,26	0,00	32,90	7,35
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	ME	set/06	5,26	0,00	32,20	7,61
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	MD	set/06	8,63	54,41	34,00	6,91
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	C	set/06	8,63	0,00	31,80	6,55
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	ME	set/06	8,63	8,37	34,80	6,64
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	MD	set/06	9,25	17,76	37,50	7,37
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	C	set/06	9,25	0,00	35,60	7,39
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	ME	set/06	9,25	38,77	35,70	7,16
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	MD	set/06	5,06	195,10	33,60	7,38
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	C	set/06	5,06	121,93	33,30	7,36
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	ME	set/06	5,06	521,47	31,60	7,66
T3	rio Corrente	510806	7872729	MD	set/06	10,19	0,00		
T4	rio Aporé	491104	7864294	MD	set/06	2,84	0,00		
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	MD	nov/06	16,11	0,00	38,60	7,45
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	C	nov/06	16,11	0,00	38,10	7,30
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	ME	nov/06	16,11	0,00	38,80	7,88
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	MD	nov/06	5,26	0,00	29,90	7,84
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	C	nov/06	5,26	0,00	35,20	7,85
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	ME	nov/06	5,26	0,00	33,90	7,62
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	MD	nov/06	8,63	7,44		
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	C	nov/06	8,63	4,91	36,00	6,84
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	ME	nov/06	8,63	4,43	35,60	7,04
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	MD	nov/06	9,25	364,05	34,20	7,38
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	C	nov/06	9,25	429,95	32,90	7,66
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	ME	nov/06	9,25	879,78	34,50	7,43
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	MD	nov/06	5,06	20,48	40,40	7,67
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	C	nov/06	5,06	19,62	37,10	7,30
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	ME	nov/06	5,06	22,18	37,80	7,71
T3	rio Corrente	510806	7872729	MD	nov/06	10,19	0,00	16,40	7,33
T4	rio Aporé	491104	7864294	MD	nov/06	2,84	0,00	23,50	7,05
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	MD	jan/07	16,11	0,00	50,10	5,57
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	C	jan/07	16,11	0,00	50,60	5,65
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	ME	jan/07	16,11	0,00	48,60	6,28
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	MD	jan/07	5,26	0,00	36,20	5,80
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	C	jan/07	5,26	0,00	45,00	5,89
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	ME	jan/07	5,26	0,00	46,30	5,80
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	MD	jan/07	8,63	11,52	41,30	6,93
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	C	jan/07	8,63	14,67	44,50	6,98
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	ME	jan/07	8,63	0,33		

PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	ME	jan/07	9,25	119,23	47,70	6,58
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	C	jan/07	9,25	132,45	44,30	6,87
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	MD	jan/07	9,25	108,83	45,40	6,85
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	MD	jan/07	5,06	1221,83	43,70	6,47
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	C	jan/07	5,06	1285,05	43,80	6,08
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	ME	jan/07	5,06	507,17	43,60	6,47
T3	rio Corrente	510806	7872729	MD	jan/07	10,19	0,00		
T4	rio Aporé	491104	7864294	MD	jan/07	2,84	0,00	43,70	6,51
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	MD	mar/07	16,11	0,00	35,00	7,30
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	C	mar/07	16,11	0,00	35,00	7,11
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	ME	mar/07	16,11	0,00	35,00	6,82
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	MD	mar/07	5,26	0,00	32,00	7,17
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	C	mar/07	5,26	0,00	32,00	7,05
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	ME	mar/07	5,26	0,00	41,00	7,34
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	MD	mar/07	8,63	1,37	35,00	8,10
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	C	mar/07	8,63	2,46	31,00	7,84
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	ME	mar/07	8,63	2,12	32,00	6,99
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	MD	mar/07	9,25	4,16	32,00	8,08
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	C	mar/07	9,25	87,56	32,00	7,80
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	ME	mar/07	9,25	80,21	34,00	7,80
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	MD	mar/07	5,06	595,11	39,00	7,85
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	C	mar/07	5,06	311,85	25,00	8,00
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	ME	mar/07	5,06	31,55	41,00	7,80
T3	rio Corrente	510806	7872729	MD	mar/07	10,19	0,00	19,00	7,50
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	MD	mai/07	16,11	0,00	39,00	6,93
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	C	mai/07	16,11	0,00	39,00	6,85
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	ME	mai/07	16,11	0,00	39,00	6,87
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	MD	mai/07	5,26	0,00	35,00	6,90
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	C	mai/07	5,26	0,00	37,00	6,87
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	MD	mai/07	8,63	13,37	35,00	7,10
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	C	mai/07	8,63	128,00	35,00	7,06
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	ME	mai/07	8,63	18,00	35,00	7,19
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	MD	mai/07	9,25	591,28	35,00	7,21
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	C	mai/07	9,25	942,76	35,00	7,15
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	ME	mai/07	9,25	399,26	35,00	7,07
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	MD	mai/07	5,06	1083,07	36,00	7,10
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	C	mai/07	5,06	1156,09	36,00	7,05
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	ME	mai/07	5,06	1034,56	36,00	7,10
T3	rio Corrente	510806	7872729	MD	mai/07	10,19	0,00	15,00	6,49
T4	rio Aporé	491104	7864294	MD	mai/07	2,84	0,00	28,00	6,36
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	MD	jul/07	16,11	0,00	40,00	6,50
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	C	jul/07	16,11	0,00	40,00	6,29
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	ME	jul/07	16,11	0,00	40,00	6,38
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	MD	jul/07	5,26	0,00	39,00	6,35
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	C	jul/07	5,26	0,00	38,00	6,26
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	MD	jul/07	8,63	2,15	36,00	6,58
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	C	jul/07	8,63	1,71	37,10	6,35
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	ME	jul/07	8,63	0,00	37,00	6,29
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	MD	jul/07	9,25	0,00	37,00	6,76
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	C	jul/07	9,25	0,00	36,00	6,67
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	ME	jul/07	9,25	0,00	36,00	6,51
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	MD	jul/07	5,06	180,64	36,00	6,50

PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	C	jul/07	5,06	46,78	36,00	6,52
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	ME	jul/07	5,06	26,06	36,00	6,56
T3	rio Corrente	510806	7872729	MD	jul/07	10,19	0,00	16,00	6,36
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	MD	set/07	16,11	0,00	32,00	6,31
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	C	set/07	16,11	0,00	32,00	6,12
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	ME	set/07	16,11	0,00	32,00	6,27
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	MD	set/07	5,26	0,00	32,00	6,23
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	C	set/07	5,26	0,00	31,00	6,15
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	MD	set/07	8,63	16,28	31,00	6,61
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	C	set/07	8,63	2,92	32,00	6,27
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	ME	set/07	8,63	18,38	36,00	6,50
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	MD	set/07	9,25	133,33	32,00	6,49
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	C	set/07	9,25	151,00	32,00	6,22
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	ME	set/07	9,25	182,33	48,00	6,29
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	MD	set/07	5,06	78,01	30,00	6,27
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	C	set/07	5,06	59,61	32,00	5,84
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	ME	set/07	5,06	1,65	35,00	6,79
T3	rio Corrente	510806	7872729	MD	set/07	10,19	0,00	14,00	6,04
T4	rio Aporé	491104	7864294	MD	set/07	2,84	0,00	26,00	6,66
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	MD	nov/07	16,11	0,00	32,00	6,21
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	C	nov/07	16,11	0,00	34,00	6,25
P00	rio Paranaíba	544894	7885489	ME	nov/07	16,11	0,00	31,00	6,16
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	MD	nov/07	5,26	0,00	31,00	6,32
PR1	rio Paranaíba	528215	7878389	C	nov/07	5,26	0,00	31,00	6,19
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	MD	nov/07	8,63	7,10	33,00	6,76
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	C	nov/07	8,63	1,31	33,00	6,36
PR2b	rio Paranaíba	506732	7847538	ME	nov/07	8,63	13,83	33,00	6,42
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	MD	nov/07	9,25	67,09	30,00	6,75
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	C	nov/07	9,25	386,23	29,00	5,91
PR3	rio Paranaíba	497725	7825807	ME	nov/07	9,25	140,27	29,00	5,94
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	MD	nov/07	5,06	9,32	30,00	6,52
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	C	nov/07	5,06	21,66	30,00	6,63
PR4	rio Paranaíba	499223	7785612	ME	nov/07	5,06	4,81	44,00	6,56
T3	rio Corrente	510806	7872729	MD	nov/07	10,19	0,00	18,00	6,03
T4	rio Aporé	491104	7864294	MD	nov/07	2,84	0,00	27,00	6,61
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	AV	mar/09	1,85	0,00	44,20	7,19
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	AC	mar/09	1,85	0,00	44,20	7,19
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	MD	mar/09	1,85	0,00	44,20	7,19
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	AV	mar/09	12,93	0,00	44,70	7,21
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	AC	mar/09	12,93	0,00	44,70	7,21
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	MD	mar/09	12,93	0,00	44,70	7,21
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	AV	mar/09	5,26	0,00	44,00	7,20
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	AC	mar/09	5,26	0,00	44,00	7,20
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	MD	mar/09	5,26	0,00	44,00	7,20
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	AV	mar/09	5,26	0,00	40,30	7,30
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	AC	mar/09	5,26	0,00	40,30	7,30
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	MD	mar/09	5,26	0,00	40,30	7,30
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	AV	mar/09	14,11	0,00	41,10	7,15
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	AC	mar/09	14,11	0,00	41,10	7,15
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	MD	mar/09	14,11	0,00	41,10	7,15
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	AV	mar/09	4,38	0,00	39,10	7,21
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	AC	mar/09	4,38	0,00	39,10	7,21

ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	MD	mar/09	4,38	0,00	39,10	7,21
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	AV	mar/09	8,70	0,00	38,10	7,35
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	AC	mar/09	8,70	0,93	38,10	7,35
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	MD	mar/09	8,70	0,17	38,10	7,35
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	AV	mar/09	1,54	0,00	41,00	7,40
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	AC	mar/09	1,54	0,41	41,00	7,40
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	MD	mar/09	1,54	0,13	41,00	7,40
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	AV	mar/09	9,57	6,84	40,00	7,40
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	AC	mar/09	9,57	0,64	40,00	7,40
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	MD	mar/09	9,57	3,06	40,00	7,40
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	AV	mar/09	7,63	5,03	38,50	6,75
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	AC	mar/09	7,63	4,44	38,50	6,75
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	MD	mar/09	7,63	9,03	38,50	6,75
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	AV	mar/09	9,25	33,19	38,30	7,50
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	AC	mar/09	9,25	7,82	38,30	7,50
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	MD	mar/09	9,25	42,20	38,30	7,50
CO1	rio Corrente	516206	7864744	AV	mar/09	8,82	0,00	19,15	7,49
CO1	rio Corrente	516206	7864744	AC	mar/09	8,82	0,00	19,15	7,49
CO1	rio Corrente	516206	7864744	MD	mar/09	8,82	0,00	19,15	7,49
CO1	rio Corrente	516206	7864744	ME	mar/09	8,82	0,00	19,15	7,49
AP1	rio Aporé	505748	7848928	AV	mar/09	1,16	83,26	36,60	4,99
AP1	rio Aporé	505748	7848928	AC	mar/09	1,16	94,47	36,60	4,99
AP1	rio Aporé	505748	7848928	MD	mar/09	1,16	26,75	36,60	4,99
AP1	rio Aporé	505748	7848928	ME	mar/09	1,16		36,60	4,99
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	AV	mar/09	6,99	4,38	41,50	7,00
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	AC	mar/09	6,99	0,69	41,50	7,00
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	MD	mar/09	6,99	4,59	41,50	7,00
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	ME	mar/09	6,99		41,50	7,00
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	AV	jul/09	1,85	0,00	30,50	7,45
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	AC	jul/09	1,85	0,00	30,50	7,45
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	MD	jul/09	1,85	0,00	30,50	7,45
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	ME	jul/09	1,85	0,00	30,50	7,45
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	AV	jul/09	12,93	0,00	30,60	7,07
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	AC	jul/09	12,93	0,00	30,60	7,07
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	MD	jul/09	12,93	0,00	30,60	7,07
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	ME	jul/09	12,93	0,00	30,60	7,07
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	AV	jul/09	5,26	0,00	26,20	7,57
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	AC	jul/09	5,26	0,00	26,20	7,57
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	MD	jul/09	5,26	0,00	26,20	7,57
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	ME	jul/09	5,26	0,00	26,20	7,57
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	AV	jul/09	5,26	0,00	29,20	7,50
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	AC	jul/09	5,26	0,00	29,20	7,50
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	MD	jul/09	5,26	0,00	29,20	7,50
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	ME	jul/09	5,26	0,00	29,20	7,50
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	AV	jul/09	14,11	0,00	29,80	7,56
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	AC	jul/09	14,11	0,00	29,80	7,56
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	MD	jul/09	14,11	0,00	29,80	7,56
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	ME	jul/09	14,11	0,00	29,80	7,56
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	AV	jul/09	4,38	0,00	27,90	7,55
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	AC	jul/09	4,38	0,00	27,90	7,55
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	MD	jul/09	4,38	0,00	27,90	7,55
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	ME	jul/09	4,38	0,00	27,90	7,55

ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	AV	jul/09	8,70	1,39	29,80	7,59
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	AC	jul/09	8,70	0,19	29,80	7,59
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	MD	jul/09	8,70	0,00	29,80	7,59
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	ME	jul/09	8,70	0,00	29,80	7,59
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	AV	jul/09	1,54	0,00	29,00	7,67
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	AC	jul/09	1,54	1,10	29,00	7,67
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	MD	jul/09	1,54	0,26	29,00	7,67
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	ME	jul/09	1,54	0,00	29,00	7,67
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	AV	jul/09	9,57	0,00	28,60	7,78
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	AC	jul/09	9,57	0,19	28,60	7,78
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	MD	jul/09	9,57	0,21	28,60	7,78
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	ME	jul/09	9,57	0,14	28,60	7,78
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	AV	jul/09	7,63	1,02	29,40	7,75
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	AC	jul/09	7,63	1,83	29,40	7,75
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	MD	jul/09	7,63	0,92	29,40	7,75
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	ME	jul/09	7,63	0,92	29,40	7,75
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	AV	jul/09	9,25	14,91	29,50	7,51
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	AC	jul/09	9,25	4,17	29,50	7,51
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	MD	jul/09	9,25	1,19	29,50	7,51
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	ME	jul/09	9,25	1,66	29,50	7,51
CO1	rio Corrente	516206	7864744	AV	jul/09	8,82	0,00	13,96	7,61
CO1	rio Corrente	516206	7864744	AC	jul/09	8,82	0,00	13,96	7,61
CO1	rio Corrente	516206	7864744	MD	jul/09	8,82	0,00	13,96	7,61
CO1	rio Corrente	516206	7864744	ME	jul/09	8,82	0,00	13,96	7,61
AP1	rio Aporé	505748	7848928	AV	jul/09	1,16	0,00	28,60	7,85
AP1	rio Aporé	505748	7848928	AC	jul/09	1,16	0,00	28,60	7,85
AP1	rio Aporé	505748	7848928	MD	jul/09	1,16	0,00	28,60	7,85
AP1	rio Aporé	505748	7848928	ME	jul/09	1,16	0,07	28,60	7,85
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	AV	jul/09	6,99	10,65	29,40	7,84
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	AC	jul/09	6,99	4,05	29,40	7,84
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	MD	jul/09	6,99	4,18	29,40	7,84
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	ME	jul/09	6,99	1,41	29,40	7,84
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	AV	out/09	1,85	3,90	26,30	7,04
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	AC	out/09	1,85	0,00	26,30	7,04
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	MD	out/09	1,85	0,00	26,30	7,04
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	ME	out/09	1,85	0,00	26,30	7,04
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	AV	out/09	12,93	0,00	30,60	7,59
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	AC	out/09	12,93	0,00	30,60	7,59
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	MD	out/09	12,93	0,00	30,60	7,59
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	ME	out/09	12,93	0,00	30,60	7,59
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	AV	out/09	5,26	0,00	27,90	7,57
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	AC	out/09	5,26	0,00	27,90	7,57
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	MD	out/09	5,26	0,10	27,90	7,57
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	ME	out/09	5,26	0,09	27,90	7,57
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	AV	out/09	5,26	0,00	26,90	7,45
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	AC	out/09	5,26	0,14	26,90	7,45
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	MD	out/09	5,26	0,00	26,90	7,45
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	ME	out/09	5,26	0,00	26,90	7,45
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	AV	out/09	14,11	0,00	21,60	7,69
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	AC	out/09	14,11	0,00	21,60	7,69
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	MD	out/09	14,11	0,00	21,60	7,69
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	ME	out/09	14,11	0,00	21,60	7,69

ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	AV	out/09	4,38	0,00	31,70	7,66
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	AC	out/09	4,38	0,00	31,70	7,66
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	MD	out/09	4,38	0,07	31,70	7,66
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	ME	out/09	4,38	0,00	31,70	7,66
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	AV	out/09	8,70	0,00	25,30	7,63
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	AC	out/09	8,70	0,00	25,30	7,63
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	MD	out/09	8,70	0,20	25,30	7,63
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	ME	out/09	8,70	0,24	25,30	7,63
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	AV	out/09	1,54	0,00	24,80	7,68
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	AC	out/09	1,54	0,00	24,80	7,68
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	MD	out/09	1,54	0,09	24,80	7,68
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	ME	out/09	1,54	0,12	24,80	7,68
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	AV	out/09	9,57	0,00	25,20	7,84
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	AC	out/09	9,57	4,06	25,20	7,84
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	MD	out/09	9,57	0,00	25,20	7,84
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	ME	out/09	9,57	0,74	25,20	7,84
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	AV	out/09	7,63	2,94	26,40	7,57
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	AC	out/09	7,63	28,87	26,40	7,57
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	MD	out/09	7,63	113,63	26,40	7,57
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	ME	out/09	7,63	9,06	26,40	7,57
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	AV	out/09	9,25	8,61	25,60	8,00
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	AC	out/09	9,25	0,61	25,60	8,00
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	MD	out/09	9,25	3,24	25,60	8,00
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	ME	out/09	9,25	3,21	25,60	8,00
CO1	rio Corrente	516206	7864744	AV	out/09	8,82	0,00	16,45	7,57
CO1	rio Corrente	516206	7864744	AC	out/09	8,82	0,00	16,45	7,57
CO1	rio Corrente	516206	7864744	MD	out/09	8,82	0,00	16,45	7,57
CO1	rio Corrente	516206	7864744	ME	out/09	8,82	0,00	16,45	7,57
AP1	rio Aporé	505748	7848928	AV	out/09	1,16	3,97	25,30	7,95
AP1	rio Aporé	505748	7848928	AC	out/09	1,16	23,49	25,30	7,95
AP1	rio Aporé	505748	7848928	MD	out/09	1,16	10,42	25,30	7,95
AP1	rio Aporé	505748	7848928	ME	out/09	1,16	58,77	25,30	7,95
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	AV	out/09	6,99	0,00	34,10	7,82
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	AC	out/09	6,99	7,09	34,10	7,82
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	MD	out/09	6,99	2,71	34,10	7,82
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	ME	out/09	6,99	94,10	34,10	7,82
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	AV	dez/09	1,85	0,00	29,30	7,10
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	AC	dez/09	1,85	0,00	29,30	7,10
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	MD	dez/09	1,85	0,00	29,30	7,10
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	ME	dez/09	1,85	0,00	29,30	7,10
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	AV	dez/09	12,93	0,00	29,20	7,63
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	AC	dez/09	12,93	0,00	29,20	7,63
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	MD	dez/09	12,93	0,00	29,20	7,63
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	ME	dez/09	12,93	0,00	29,20	7,63
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	AV	dez/09	5,26	0,00	27,90	7,61
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	AC	dez/09	5,26	0,00	27,90	7,61
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	MD	dez/09	5,26	0,00	27,90	7,61
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	ME	dez/09	5,26	0,00	27,90	7,61
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	AV	dez/09	5,26	0,00	26,30	7,51
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	AC	dez/09	5,26	0,00	26,30	7,51
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	MD	dez/09	5,26	0,00	26,30	7,51
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	ME	dez/09	5,26	0,00	26,30	7,51

ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	AV	dez/09	14,11	0,00	28,70	7,38
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	AC	dez/09	14,11	0,00	28,70	7,38
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	MD	dez/09	14,11	0,00	28,70	7,38
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	ME	dez/09	14,11	0,00	28,70	7,38
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	AV	dez/09	4,38	0,00	25,60	7,53
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	AC	dez/09	4,38	0,00	25,60	7,53
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	MD	dez/09	4,38	0,00	25,60	7,53
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	ME	dez/09	4,38	0,00	25,60	7,53
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	AV	dez/09	8,70	0,00	24,60	7,61
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	AC	dez/09	8,70	0,00	24,60	7,61
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	MD	dez/09	8,70	0,00	24,60	7,61
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	ME	dez/09	8,70	0,00	24,60	7,61
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	AV	dez/09	1,54	0,00	25,80	7,48
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	AC	dez/09	1,54	0,00	25,80	7,48
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	MD	dez/09	1,54	0,18	25,80	7,48
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	ME	dez/09	1,54	0,00	25,80	7,48
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	AV	dez/09	9,57	0,85	26,00	7,55
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	AC	dez/09	9,57	0,07	26,00	7,55
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	MD	dez/09	9,57	1,75	26,00	7,55
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	ME	dez/09	9,57	2,68	26,00	7,55
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	AV	dez/09	7,63	6,65	26,80	7,60
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	AC	dez/09	7,63	32,19	26,80	7,60
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	MD	dez/09	7,63	73,84	26,80	7,60
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	ME	dez/09	7,63	2,58	26,80	7,60
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	AV	dez/09	9,25	50,16	26,30	7,62
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	AC	dez/09	9,25	27,83	26,30	7,62
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	MD	dez/09	9,25	135,42	26,30	7,62
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	ME	dez/09	9,25	135,53	26,30	7,62
CO1	rio Corrente	516206	7864744	AV	dez/09	8,82	0,00	13,82	7,60
CO1	rio Corrente	516206	7864744	AC	dez/09	8,82	0,00	13,82	7,60
CO1	rio Corrente	516206	7864744	MD	dez/09	8,82	0,00	13,82	7,60
CO1	rio Corrente	516206	7864744	ME	dez/09	8,82	0,00	13,82	7,60
AP1	rio Aporé	505748	7848928	AV	dez/09	1,16	5,13	13,82	7,40
AP1	rio Aporé	505748	7848928	AC	dez/09	1,16	25,64	13,82	7,40
AP1	rio Aporé	505748	7848928	MD	dez/09	1,16	15,74	13,82	7,40
AP1	rio Aporé	505748	7848928	ME	dez/09	1,16	13,76	13,82	7,40
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	AV	dez/09	6,99	114,90	13,68	7,37
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	AC	dez/09	6,99	0,00	13,68	7,37
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	MD	dez/09	6,99	117,05	13,68	7,37
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	ME	dez/09	6,99	240,14	13,68	7,37
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	AV	out/12	12,93	0,00	35,00	6,88
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	AC	out/12	12,93	0,00	35,00	6,88
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	MD	out/12	12,93	0,00	35,00	6,88
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	ME	out/12	12,93	0,00	35,00	6,88
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	AV	out/12	5,26	0,00	35,10	7,20
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	AC	out/12	5,26	0,00	35,10	7,20
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	MD	out/12	5,26	0,00	35,10	7,20
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	ME	out/12	5,26	0,00	35,10	7,20
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	AV	out/12	5,26	0,00	34,40	7,03
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	AC	out/12	5,26	0,00	34,40	7,03
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	MD	out/12	5,26	0,00	34,40	7,03
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	ME	out/12	5,26	0,00	34,40	7,03

ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	AV	out/12	14,11	0,00	34,50	7,30
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	AC	out/12	14,11	0,00	34,50	7,30
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	MD	out/12	14,11	0,00	34,50	7,30
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	ME	out/12	14,11	0,00	34,50	7,30
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	AV	out/12	4,38	3,28	33,50	7,24
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	AC	out/12	4,38	0,00	33,50	7,24
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	MD	out/12	4,38	0,00	33,50	7,24
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	AV	out/12	8,70	0,00	33,90	7,42
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	AC	out/12	8,70	0,00	33,90	7,42
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	MD	out/12	8,70	0,12	33,90	7,42
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	AV	out/12	1,54	0,00	33,60	7,44
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	AC	out/12	1,54	0,00	33,60	7,44
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	MD	out/12	1,54	5,57	33,60	7,44
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	AV	out/12	9,57	0,00	34,00	7,31
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	AC	out/12	9,57	0,00	34,00	7,31
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	MD	out/12	9,57	0,36	34,00	7,31
ES11	rio Paranaíba	504125	7844968	ME	out/12	9,57		34,00	7,31
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	AV	out/12	7,63	221,81	34,50	7,35
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	AC	out/12	7,63	6,57	34,50	7,35
ES12	rio Paranaíba	503338	7834572	MD	out/12	7,63	8,90	34,50	7,35
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	AV	out/12	9,25	124,08	34,40	6,93
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	AC	out/12	9,25	40,08	34,40	6,93
ES13	rio Paranaíba	498015	7826161	MD	out/12	9,25	66,10	34,40	6,93
CO1	rio Corrente	516206	7864744	AV	out/12	8,82	0,00	20,30	7,25
CO1	rio Corrente	516206	7864744	AC	out/12	8,82	0,00	20,30	7,25
CO1	rio Corrente	516206	7864744	MD	out/12	8,82	2,43	20,30	7,25
AP1	rio Aporé	505748	7848928	AV	out/12	1,16	3493,48	26,80	7,44
AP1	rio Aporé	505748	7848928	AC	out/12	1,16	11,54	26,80	7,44
AP1	rio Aporé	505748	7848928	MD	out/12	1,16	0,35	26,80	7,44
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	AV	out/12	6,99	0,00	39,60	7,32
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	AC	out/12	6,99	0,89	39,60	7,32
BA1	rio Barreiro	497113	7829361	MD	out/12	6,99	3,75	39,60	7,32
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	AV	out/14	1,85	0,00	40,80	6,15
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	AC	out/14	1,85	0,00	40,80	6,15
ES03	rio Paranaíba	552122	7893462	MD	out/14	1,85	0,00	40,80	6,15
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	AV	out/14	12,93	0,00	40,80	6,14
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	AC	out/14	12,93	0,00	40,80	6,14
ES04	rio Paranaíba	542695	7883780	MD	out/14	12,93	0,00	40,80	6,14
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	AV	out/14	5,26	0,00	40,90	6,05
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	AC	out/14	5,26	0,00	40,90	6,05
ES05	rio Paranaíba	536072	7884215	MD	out/14	5,26	0,00	40,90	6,05
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	AV	out/14	5,26	0,00	40,20	6,10
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	AC	out/14	5,26	0,00	40,20	6,10
ES06	rio Paranaíba	534364	7880338	MD	out/14	5,26	0,00	40,20	6,10
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	AV	out/14	14,11	13,32	40,60	6,02
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	AC	out/14	14,11	0,00	40,60	6,02
ES07	rio Paranaíba	527405	7877531	MD	out/14	14,11	0,00	40,60	6,02
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	AV	out/14	9,57	9,06	41,00	5,95
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	AC	out/14	9,57	0,00	41,00	5,95
ES08	rio Paranaíba	523178	7870404	MD	out/14	9,57	0,06	41,00	5,95
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	AV	out/14	8,70	0,00	37,50	5,37
ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	AC	out/14	8,70	0,21	37,50	5,37

ES09	rio Paranaíba	515736	7857805	MD	out/14	8,70	0,11	37,50	5,37
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	AV	out/14	1,54	0,00	37,20	5,18
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	AC	out/14	1,54	0,09	37,20	5,18
ES10	rio Paranaíba	515806	7848779	MD	out/14	1,54	0,00	37,20	5,18
AP1	rio Aporé	505748	7848928	AV	out/14	1,16	243,73	32,20	4,55
AP1	rio Aporé	505748	7848928	AC	out/14	1,16	7,71	32,20	4,55
AP1	rio Aporé	505748	7848928	MD	out/14	1,16	9,78	32,20	4,55

Legenda: MD margem direita; ME margem esquerda; C centro.