

CRITÉRIOS DE DESEMPENHO APLICADOS ÀS OBRAS HIDRÁULICAS FLUVIAIS E DE MACRODRENAGEM URBANA, EXECUTADAS NOS LEITOS DO RIBEIRÃO DOS MENINOS

RESUMO

O meio ambiente de uma bacia hidrográfica é formado por duas porções, uma biogeofísica e a outra sócio-econômico-cultural. A ocupação e o uso da porção física do meio ambiente identificada como solo, localizada em trechos marginais de rios, em áreas urbanas, é responsável por inúmeros impactos ambientais adversos ao meio ambiente, exigindo a execução de obras hidráulicas fluviais. O presente trabalho tem por objetivo identificar e classificar as obras hidráulicas fluviais e de macrodrenagem urbana executadas nos leitos do Ribeirão dos Meninos, em específico no trecho em frente ao Campus da Mauá, em São Caetano do Sul, até o ponto de encontro com Rio Tamanduateí. A metodologia fundamenta-se em um estudo descritivo ou de levantamento, pois consiste em observar e registrar eventos que ocorrem em um determinado espaço do mundo real, identificado como Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Meninos, o que caracteriza então um Estudo de Caso, e ainda buscar o estabelecimento de relações de temporalidade ou correlação entre os fenômenos observados. Destacam-se como resultados: o desenvolvimento de Critérios de Desempenho a partir do uso das Planilhas Ambientais, SILVA (2004), classificando aquelas obras em Producente e Contraproducente, e uma nova proposta de Classificação de Obras Hidráulicas Fluviais.

PALAVRAS-CHAVE: Ribeirão dos Meninos, Obras Hidráulicas, Critérios de Desempenho.

INTRODUÇÃO

A água é essencial à vida, biologicamente falando, mas talvez a ausência dela tenha sido imprescindível ao desenvolvimento da vida inteligente.

As primeiras obras hidráulicas provavelmente foram executadas antes que o homem fosse homem, Homo Sapiens. Tal como os castores e outros seres construtores, o homem primitivo já se envolvia com obras hidráulicas, mas eram oriundas de uma inteligência instintiva, e não fruto de uma reflexão. Muitos conceitos errôneos e a falta de transmissão de conhecimentos, dentre outros, foram fatores que limitaram a evolução científica da hidráulica durante todo período, desde a antiguidade até o renascimento. É claro que vários outros fatores histórico-tecnológicos reforçaram esta limitação (Pereira, 1994).

A materialização da inteligência reflexiva, entretanto, só começou a tomar forma com as civilizações advindas do encontro d'água com o deserto. Ou seja, os Sumérios, e as demais culturas Mesopotâmicas, e em especial o Egito, a dádiva do Nilo. Até etimologicamente Mesopotâmia tem relação com a água (Pereira, 1994).

Diversas outras civilizações antigas deixaram vestígios, e mesmo obras intactas, no campo da hidráulica, desde a China até a América (Astecas, Incas, Maias e outros), mas foram os grandes pensadores gregos que contribuíram muito para o desenvolvimento da ciência hidráulica, porém pouco se realizou em termos de grandes obras, devido entre outros fatores, ao desprezo pelo trabalho braçal. Coube aos romanos, povo de comportamento mais prático, a realização das grandes e inúmeras obras hidráulicas que até hoje marcam a paisagem do antigo império (Pereira, 1994).

À medida que o Homo Sapiens evolui a condição de Homem, as suas necessidades também evoluíram, tendo-se como consequência direta destas evoluções: o crescimento desordenado das cidades e os diferentes leitos dos rios foram ocupados por ruas, avenidas, e até rodovias. Esta ocupação é responsável por intervenções de engenharia, identificadas como obras hidráulicas fluviais e de macrodrenagem urbana.

A decisão que consiste em obras hidráulicas fluviais objetivando somente questões relevantes à sustentabilidade técnica associadas ao saneamento do meio, deve ser reconsiderada, pois é sabido que um

projeto é tão mais completo quanto maior o número de questões relevantes associadas às sustentabilidades econômica, financeira, social, política, jurídica e ambiental forem atendidas.

JUSTIFICATIVA

O crescimento urbano, na maior parte das metrópoles, se processou de forma acelerada e, somente em algumas a drenagem urbana foi considerada fator preponderante na elaboração de projetos que consideraram esta expansão. Tem-se como efeito direto deste crescimento o aumento das áreas impermeabilizadas e, conseqüentemente as vazões afluentes aos receptores originais, aumentam devido à redução dos tempos de concentração. Este aumento faz-se verificar nas zonas de menor cota, próximas às várzeas dos rios, e nas cidades litorâneas acrescenta-se à região beira mar.

Nas últimas décadas as várzeas dos rios, considerado como o leito maior ou de cheia, passaram a ser incorporadas ao sistema viário, por meio das denominadas *vias de fundo de vale*. Tal ação fez com que inúmeros cursos de água viessem a receber uma intervenção de engenharia em menor ou maior grau e intensidade, direta ou indiretamente, o que resultou em obras hidráulicas fluviais, tais como a retificação e canalização a céu, em alguns casos os cursos de água foram encerrados em galerias, de modo a permitir a construção de vias marginais sobre as antigas alças dos meandros.

As obras hidráulicas fluviais, entendidas como solução para muitos problemas, de um modo geral, atualmente, apresentam caráter localizado. Os trechos dos cursos de água que receberam as obras de hidráulica fluvial, aqui e acolá, reduzem o prejuízo das áreas afetadas, mas, por causa da transferência de vazões verifica-se que as inundações agravam-se para jusante, uma vez que a drenagem urbana é na sua essência uma questão de “alocação de espaços”. Em síntese a utilização de uma parcela dos leitos dos rios agora é possível devido a execução das obras hidráulicas fluviais, porém consideradas contraproducentes pois em muitos casos transferem a inundações de uma zona para outra, em geral a jusante.

As vias de fundo de vale, bem as áreas circundantes, com o passar do tempo, atraem intensa ocupação. A ampliação dos sistemas de drenagem existentes nesses locais torna-se impraticável, pois algumas das viabilidades/sustentabilidades técnica, econômica, financeira, política, jurídica, social e ambiental; ou mesmo domínios de estudo econômico, sociocultural, saúde, ecologia/ambiental, direito, relações internacionais, ou ainda dimensões social, ambiental e econômica não podem ser atendidas. Os motivos desse não atendimento passam pelos altos custos sociais envolvidos e pelos elevados investimentos necessários à implantação de obras hidráulicas fluviais de grande porte. Em alguns cenários, devido ao alto custo ou mesmo devido a impossibilidade de desapropriação de áreas ribeirinhas, bem como pela necessidade de interrupção de tráfego, a solução requer a utilização de métodos executivos sofisticados e, portanto, de alto custo.

Frente ao cenário apresentado a Hidrologia Urbana viabiliza a aplicação de conceitos inovadores mais adequados aos sistemas de drenagem promovendo o retardamento dos escoamentos, de forma a propiciar o aumento dos tempos de concentração e a conseqüente redução nas vazões máximas, também como amortecer os picos e reduzir os volumes de enchentes por meio da retenção em reservatórios, e ainda, conter tanto quanto possível o run-off no local da precipitação, pela melhoria das condições de infiltração, ou ainda em tanques de contenção.

De acordo com Canholi (2005), a RMSP por meio de ações da PMSP, e do DAEE, bem com das prefeituras da região do ABCD, transformou-se nos últimos anos em referência nacional no que se refere à implantação de soluções inovadoras de drenagem urbana, e conseqüentemente uma mudança radical na filosofia das soluções estruturais em drenagem urbana, pois anteriormente implantavam-se obras de canalização que promovessem a aceleração do escoamento e o afastamento rápido dos picos de cheia para os corpos de água de jusante.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Aplicar o Modelo de Planilhas Ambientais desenvolvido por SILVA (2004) na identificação e classificação do tipo de obra hidráulica fluvial e macrodrenagem urbana executadas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Meninos. A análise da simulação com a utilização do referido modelo resultará numa Metodologia Ambiental Aplicada como Critério de Desempenho que permitirá classificar as obras de hidráulica fluvial e macrodrenagem urbana em *Produtente ou Contraprodutente*.

Objetivos Específicos

O problema de pesquisa nos conduz aos seguintes objetivos específicos:

1. Coletar dados/informações de modo a recuperar o cenário da Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Meninos anterior à execução das atuais obras hidráulicas fluviais, e de macrodrenagem urbana;
2. Elaborar, com bases científicas, as planilhas ambientais, que relacionam as obras hidráulicas fluviais, e de macrodrenagem urbana executadas no leito do Ribeirão dos Meninos, identificando e classificando os impactos ambientais delas provenientes, o que permitirá a interpretação da valoração (avaliação quantitativa) daqueles impactos ambientais, assim indicando a possibilidade de se definir um Critério de Desempenho, e em função deste critério definir obras de mitigação, de modo a minimizar os impactos ambientais adversos oriundos das referidas obras hidráulicas;
3. Simular a aplicação das Planilhas Ambientais de Obras Fluviais no estudo de caso do Ribeirão dos Meninos;
4. Definir um método, isto é, uma lógica no modo de agir, operacionalizando a aplicação do Critério de Desempenho na definição do tipo de obra hidráulica fluvial, e de macrodrenagem urbana a ser implantada e executada na bacia hidrográfica de outros cursos de água não só do Município de São Caetano do Sul, mas também de outros municípios;
5. Definir uma técnica, ou seja, um instrumento que em conjunto com o método venha a garantir a sustentabilidade da definição, implantação e execução de obras hidráulicas fluviais e de macrodrenagem urbana, a partir do atendimento das seguintes dimensões: social, econômica e ambiental;
6. A partir da definição da técnica, citada no item 4, será possível fazer as correções de tal modo que uma obra hidráulica fluvial e/ou de macrodrenagem urbana executada em um curso de água, venha a ser apresentada, politicamente, as diversas e diferentes parcelas da sociedade, somente a partir do atendimento das seguintes viabilidades: técnica, econômica, financeira, social, jurídica, ambiental, e dos seguintes domínios: ecologia e ambiente; economia, direito, saúde, sociocultural e relações internacionais.

LOCAL DE ESTUDO

Local onde se desenvolve a vida dos homens, animais, plantas ou microrganismos, em estreita relação com um conjunto de circunstâncias externas, que se caracterizam não só pelas propriedades físicas, químicas, biológicas desse local, mas também por outros fatores que regem a vida, como os relacionados às associações dos seres vivos, em geral e particularmente dos seres humanos, tais como aspectos de ordem cultural, legal e outros. Entendido nesta pesquisa como o meio ambiente formado pela bacia hidrográfica do Ribeirão dos Meninos. O meio ambiente que constitui a bacia hidrográfica do Ribeirão dos Meninos é composto por duas porções, uma biogeofísica e outra sócio-econômico-cultural, embora o homem seja parte destas porções, normalmente, coloca-se como se não o fosse e continuamente tenta mantê-las sobre seu domínio, ver figura 01.

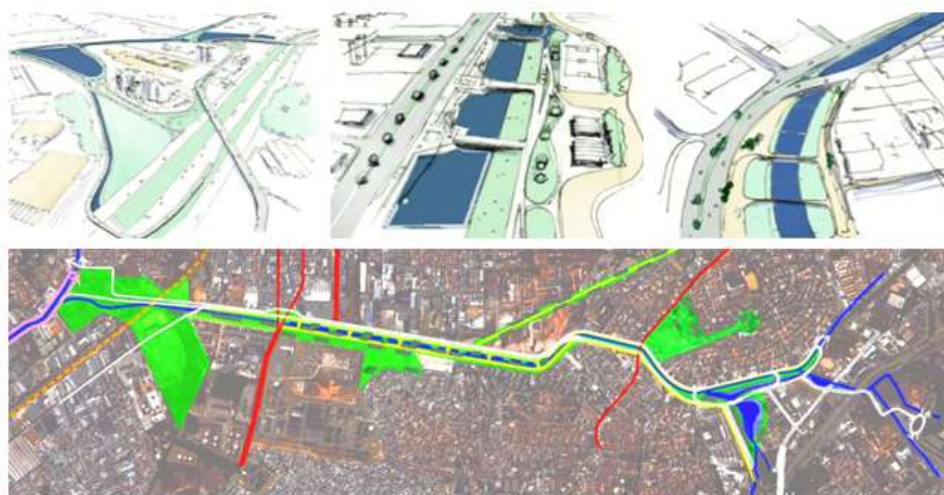


Figura 01 – Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Meninos.

Fonte: <<https://www.google.com.br/search?q=bacia+do+ribeir%C3%A3o+dos+meninos>>

Acesso em 02/02/2016

O Ribeirão dos Meninos, antigamente se chamava ribeirão dos Couros, nasce no Parque Terra Nova II, atrás da montadora Volkswagen, em São Bernardo, corre entubado sob o corredor do trólebus, todo o centro da cidade e a céu aberto a partir do Paço Municipal, fazendo divisa entre São Bernardo e Santo André; São Bernardo e São Caetano; São Caetano e São Paulo, desaguando no Tamanduateí, no bairro da Fundação, em São Caetano.

O trecho, do referido ribeirão, a ser abordado neste estudo é aquele que cobre a fachada do Instituto Mauá de Tecnologia voltada para a Av. Guido Aliberti até o seu desague no Rio Tamanduateí, ver figura 02. Verifica-se, não só neste trecho, em toda extensão que o curso de água deixou de ser natural, pois se encontra encaixado entre as avenidas Guido Aliberti e Lauro Gomes. Este cenário resulta em alterações no traçado geométrico e principalmente nas curvas.



Figura 02 – Estirão do ribeirão dos meninos, encaixado entre as avenidas Guido Aliberti e Lauro Gomes.
Fonte – Arquivo dos autores, (2015).

Os recursos naturais apresentados na bacia hidrográfica são finitos e o entendimento das suas limitações dentro do domínio econômico (juros altos, prazos curtos, financiamentos viciosos, arrendamentos por períodos breves, maus salários), dentro do domínio físico (solos, topografia, precipitações, estiagens e ventos) e dentro do domínio social (estado de educação da população, relações entre o homem e a terra, densidade demográfica, uso e posse da terra) são parâmetros que nos permitem identificar o bom ou mau uso dos recursos naturais, segundo VINK (1975).

DELINEAMENTO DO LOCAL DE ESTUDO

O Ribeirão dos Meninos situa-se a leste – sudoeste do município de São Paulo e está inserido na região do ABC paulista, nos municípios de São Bernardo do Campo, Santo André e São Caetano. É afluente da margem esquerda do rio Tamanduateí, possuindo uma área de drenagem total de 112 km², em sua maior parte urbanizada. Antes de desembocar no Tamanduateí, recebe as águas do Ribeirão dos Couros, cuja área de drenagem é de cerca de 48 km². A área de drenagem da bacia superior do Ribeirão dos Meninos, abrangendo desde suas nascentes até o ponto de confluência com o Ribeirão dos Couros é de cerca de 51km² (SÃO PAULO, 1999). Esta última área corresponde àquela inserida no Município de São Bernardo do Campo.

DELINEAMENTO DO ESTUDO DAS AÇÕES PROPOSTAS E IMPACTOS AMBIENTAIS

As obras de engenharia necessárias à macrodrenagem do Ribeirão dos Meninos, com intervenção direta e indireta nos seus leitos, serão identificadas como ações propostas. As alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia, resultantes das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem estar da população, ou as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais serão identificadas como impactos ambientais, ver figura 03.

Bacia do Tamanduateí - Divisão em sub-bacias

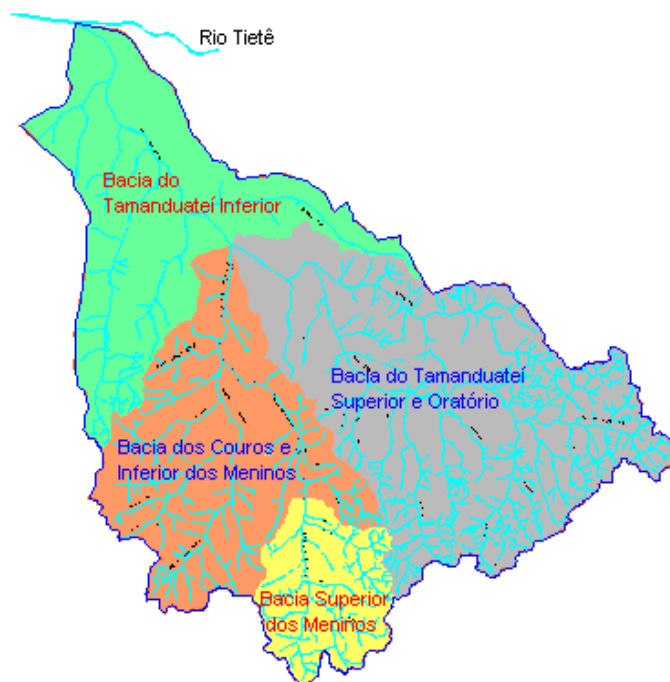


Figura 03 – Limites das Bacias Hidrográficas do Ribeirão dos Meninos e do Rio Tamanduateí;
Fonte: <<https://www.google.com.br>> Acesso em 02/02/2016

RELEVÂNCIA SOCIAL

Os recursos naturais apresentados na bacia hidrográfica do Ribeirão dos Meninos são finitos, e somente o entendimento das suas limitações dentro dos domínios econômico, social e físico permitirá ao homem buscar a sua conservação. A relevância social deste trabalho indica a necessidade em desmistificar o dilema dos tempos modernos, isto é, ECOLOGISMO X ECONOMISMO, tão arraigados, em específico na bacia hidrográfica do Ribeirão dos Meninos, pois a natureza propagandista das questões ambientais faz com que um falso conceito de preservação seja adotado, tendo-se então como resultado uma má distribuição de rendas, ocupação desordenada, clandestinidade de favelas, legislação inadequada, entre outros diversos impactos ambientais negativos às diversas porções do meio ambiente da referida bacia. O estudo dos parâmetros ambientais bem como dos econômicos, dentro das reais dimensões, possibilitará identificar e classificar as diferentes obras hidráulicas fluviais, e assim desenvolver um critério de desempenho que permita classificar as obras realizadas em Producente e Contraproducente.

RELEVÂNCIA CIENTÍFICA

A relevância científica deste projeto de pesquisa consiste na produção de uma bibliografia que indique procedimentos para a identificação, classificação e valoração dos impactos ambientais devido à execução de diferentes obras hidráulicas fluviais e de macrodrenagem urbana, resultando em um modelo identificado como PLANILHAS AMBIENTAIS, favorecendo o desenvolvimento de CRITÉRIOS DE DESEMPENHO, viáveis de serem aplicados quando existir a necessidade de se avaliar o desempenho: Producente ou contraproducente, de obras hidráulicas fluviais e de macrodrenagem urbana, implantadas e/ou executadas nos leitos dos cursos de água, não só urbanos, mas também rurais.

IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS

A representação de um objeto, pelo pensamento, que por meio de suas características gerais está pronto para funcionar, passa a ser considerado variável quando se adiciona a ele quantidades, qualidades, características, magnitudes, etc., que se alteram em cada caso.

Neste trabalho entenderemos variável como um conceito operacional que contém ou apresenta valores, aspecto e propriedades, discerníveis em um objeto de estudo e, passível de mensuração.

Variável Independente

O curso de água identificado como Ribeirão dos Meninos quando em estado natural, durante o período de chuvas apresentava uma intervenção direta na sua bacia hidrográfica, expressa pela definição de três leitos, a saber: leito menor, leito normal e leito de cheias, que em função do crescimento/desenvolvimento do município de São do Caetano Sul passou a apresentar impactos ao meio ambiente urbano, considerados adversos.

O crescimento/desenvolvimento do município de São Caetano do Sul não somente o aumento a ocupação do leito maior ou de cheias do Ribeirão dos Meninos, mas também, um grande número de alterações em algumas das partes da porção biogeofísica do meio ambiente que compõem a bacia hidrográfica do referido curso de água.

A presença, agora, de outros impactos ao meio ambiente deve-se, principalmente, a execução das obras hidráulicas fluviais na calha do Ribeirão dos Meninos. Em alguns trechos do referido curso de água identifica-se a execução de dois ou mais tipos de obras hidráulicas, o que traduz um grau maior de intervenção de engenharia, visando atender a determinados objetivos.

A utilização crescente do leito do Ribeirão dos Meninos, pelo município, exige proporcionalmente um grau maior de intervenção de engenharia na **bacia hidrográfica** identificada nessa pesquisa como a causa do problema da pesquisa ou **Variável Independente**.

Variável Dependente

O estudo das alterações, que em uma unidade inclui todos os organismos de uma determinada área, interagindo com o meio físico, de forma a originar um fluxo de matéria e energia, pode ocorrer, principalmente, por ação antrópica (neste projeto entenderemos a ação antrópica como sendo as obras hidráulicas fluviais), é definida como impacto ambiental.

Os **impactos ambientais** sobre o meio físico, meio biológico, ecossistemas naturais, o meio socioeconômico, constituem-se no efeito dentro do problema de pesquisa, identificado neste projeto como **Variável Dependente**.

A aplicação do Modelo de Planilhas Ambientais desenvolvido por SILVA (2004) no estudo do Ribeirão dos Meninos necessita de prévio conhecimento do referido modelo. Destaca-se a seguir pontos considerados importantes, de modo a capacitar o usuário do referido modelo, a saber:

Impacto Ambiental - Enunciação

Segundo a Resolução CONAMA Nº 01, é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia, resultantes das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam: a saúde, a segurança e o bem estar da população, ou as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais.

Detalhamento e Classificação dos Impactos Ambientais

As obras hidroviárias, executadas pelo homem, provocam alterações, que podem ser significativas ou desprezíveis, nas características dos meios físico, biótico e antrópico, sendo, portanto, necessário identificar e classificar estas alterações que também são denominadas impactos ambientais. Os impactos ambientais para efeito de análise poderão ser classificados quanto: *Ao Tipo; Ao Modo; A Magnitude; Ao Alcance; Ao Efeito; A Reversibilidade*.

Impactos Ambientais – Quanto Ao Tipo

- Positivo (Benéfico) - **P**
- Negativo (Adverso) - **N**

Segundo Mota (1997), nem sempre é fácil prever e avaliar os impactos ambientais de uma dada ação. Sob determinado enfoque, um impacto pode ser considerado como positivo, mas, sob outro, ser admitido como

negativo. Por exemplo, a erosão na ribanceira de um rio, resultante de fenômenos naturais, isto é, não está referida a ação do homem, é minimizada por uma obra de *revestimento da margem*. Constituindo-se, portanto, esta ação de revestimento em um *impacto ambiental positivo*, pois além de estabilizar a margem, em função do material utilizado, pode permitir a recuperação da fauna e flora.

Impactos Ambientais – Quanto Ao Modo

- Direto - **D**
- Indireto - **I**

Considerou-se na elaboração das planilhas que um impacto ambiental pode ser direto, quando se relaciona a outra determinada ação inicial, ou indireto, quando decorre de uma consequência de primeira ordem. Uma determinada ação pode desencadear uma cadeia de impactos, uns resultando dos outros. Por exemplo, a *ação inicial* de retirada de material em um determinado trecho do leito de um rio, provoca alteração das qualidades física e química d'água, *impacto direto*, devido à ressuspensão do material do leito, resultando nos seguintes *impactos indiretos*: aumento de material particulado em suspensão; contaminação das redes alimentares, no caso de existirem produtos tóxicos; aumento da mortandade de peixes; redução da penetração dos raios solares, diminuindo a produção de oxigênio pelas algas, refletindo-se na redução da fauna aquática.

Impactos Ambientais – Quanto A Magnitude

- Baixa intensidade - **B**
- Média Intensidade - **M**
- Grande Intensidade - **G**

Entende-se por Magnitude do Impacto, a grandeza em escala espacial e temporal, isto é, a extensão, também, identificada com intensidade daquele impacto, sobre o meio ambiente. Por exemplo, o derrocamento do leito de um rio, com a utilização de explosivos, tem como consequência a destruição da fauna e flora aquática, durante o tempo em que ocorre e, nas proximidades da explosão, devido às ondas de choque. Identifica-se um espaço e um tempo, relativamente pequenos, durante o qual, temos a ocorrência de um impacto de grande intensidade.

Impactos Ambientais – Quanto Ao Alcance

- Local - **L**
- Regional - **R**
- Nacional - **NA**

O alcance deve ser entendido como a distância máxima, a que pode chegar o impacto ambiental. Nesta tese ele será local, quando alcançar no máximo o trecho do rio no qual se desenvolve a obra. Será regional, quando alcançar todo o rio e, nacional quando o impacto ambiental alcançar a bacia hidrográfica do qual faz parte. Por exemplo, a retificação do curso d'água de um rio, com o isolamento de uma alça, mais acentuada, por meio de um canal, aproveitando-se o material proveniente da abertura desse canal para aterro do leito abandonado, constitui-se num impacto de alcance local, tendo em vista que: o isolamento da alça alcança no máximo o trecho do rio onde se desenvolve a obra, sendo, porém regional quando consideramos a redução do volume de retenção e consequente aumento do pico de vazão para jusante dessa obra.

Impactos Ambientais – Quanto Ao Efeito

- Curto Prazo - **CP**
- Médio Prazo - **MP**
- Longo Prazo - **LP**

O resultado da ação proposta – Obra Hidroviária, é um impacto ambiental, a este resultado chamamos de efeito e, associado a ele temos um espaço de tempo, prazo, durante o qual o impacto está presente. Por exemplo, alguns impactos ambientais devido ao derrocamento do leito de um rio, são quanto a magnitude, de grande intensidade, mas quanto ao efeito, às vezes, são de curto prazo, isto é ocorrem quando da execução da obra, podendo ser citado o aumento da suspensão de material particulado, aumento mortandade de peixes, redução da fauna e flora aquática, etc.

Impactos Ambientais – Quanto A Reversibilidade

- Reversível - **RE**
- Irreversível - **IR**

A porção física do meio ambiente que sofreu alteração, isto é, um impacto, pode retornar ou retorna ao seu primitivo estado ao que chamamos de “reversível”, ou não pode retornar ao seu estado primitivo, ao que chamamos de “irreversível”. Por exemplo, o retaludamento da margem, ocorre com a necessidade da definição e fixação de uma vegetação, o que lhe permite retornar ao seu estado primitivo, sendo nesta situação o impacto ambiental, produzido, reversível.

VALORAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

As planilhas ambientais, apresentadas, procuram identificar os impactos ambientais das obras hidráulicas fluviais, possibilitando ainda, uma avaliação qualitativa, entendida neste artigo, simplesmente, como *avaliação* e uma avaliação quantitativa, identificada neste artigo como *valoração*. A valoração dos impactos ambientais é uma atividade que merece ser trabalhada sobre o enfoque dos impactos ambientais oriundos da execução e implantação da(s) obra(s) hidráulicas(s) fluvial(is), permitindo a sua classificação em Producente e Contraproducente.

Cabe ressaltar, que os impactos ambientais identificados quando da implantação de obras de hidráulicas fluviais, e que posteriormente receberão uma valoração, são impactos estudados, somente, na porção bio-geo-física do meio ambiente, isto é, água, ar, solo e viventes. Não é objetivo deste trabalho, o estudo dos impactos devido à implantação de obras hidráulicas fluviais, na porção socioeconômica e cultural do meio ambiente.

O artigo, ora desenvolvido, trabalha sobre este *terceiro* enfoque e, tem por base o *MÉTODO DAS MATRIZES DE INTERAÇÃO* e, mais especificamente a *MATRIZ DE LEOPOLD*.

Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais

A pesquisa bibliográfica analisada demonstra que muitos pesquisadores dizem ocorrer o impacto ambiental, na situação por ele pesquisada, mas não há nada de sólido, onde se possa de fato avaliar o impacto. Nessa linha, procura-se acrescentar a estas pesquisas um elemento palpável, de modo a nos permitir avaliar a extensão do impacto ambiental, sendo esse elemento a adoção de um MÉTODO DE ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL.

Os principais métodos de avaliação de impactos ambientais são: Método “ad hoc”; Método da Listagem de Controle (Check-list); Método das Redes de Interações; Método da Superposição de Cartas; Método dos Modelos de Simulação; Método das Matrizes de Interação; Método da Análise Benefício – Custo; Método da Análise Multiobjetivo.

Seleção da Metodologia, Segundo Braga et al. (2002)

A definição da metodologia a ser empregada para a avaliação dos impactos ambientais é tarefa específica de cada caso que se apresenta e deve partir da comparação entre os métodos de aplicação correntes. Esses métodos utilizam técnicas diversas para a qualificação e quantificação desses impactos, bem como para o cotejo de alternativas de projeto.

A análise de cada um dos métodos anteriormente apresentados evidencia os diferentes graus de subjetividade envolvida na sua aplicação e a possível dificuldade de quantificação para cada caso específico.

O diálogo entre o profissional com formação ambiental e versado nessas metodologias e o especializado nas técnicas envolvidas no desenvolvimento do empreendimento (tanto na construção como na operação) ainda é o melhor caminho para a seleção dos métodos a serem utilizados na avaliação do impacto ambiental.

Proposta de Valoração dos Impactos Ambientais

A etapa que corresponde à valoração dos impactos ambientais, não pode continuar sendo entendida, por alguns pesquisadores como sendo algo subjetivo. A justificativa deste subjetivismo reside na dependência de quem faz a valoração, isto é, do seu grau conhecimento do assunto, dos seus interesses etc. Atualmente existe o envolvimento da: Secretaria de Obras vinculada à Prefeitura Municipal; Departamento de Água e Esgoto vinculada à Prefeitura Municipal, Instituto de Pesquisa Tecnológicas e Hidráulicas; Organizações não Governamentais e outros que no desenvolvimento e documentação das suas atividades, passam a fornecer informações reais, que tratadas matematicamente se constituem em dados/informações que podem vir a alimentar modelos que permitem a valoração dos impactos ambientais.

A análise quantitativa (valoração), apresentada nas planilhas ambientais, é desenvolvida a partir de uma escala de 0 a 10, atribuída à magnitude, obtidos de fontes, tais como: Braga *et al.* (2002); Mota (1997); Tommasi (1993), enquanto que a valoração para os demais tipos de impactos, é uma proposta deste artigo. Ver Quadro 1.

Quadro 1 - Proposta de valores para os impactos ambientais classificados.

Impactos Ambientais Classificados		Valores
Quanto ao tipo	Positivo (Benéfico)	+
	Negativo (Adverso)	-
Quanto ao Modo	Direto	1 a 10
	Indireto	1 a 10
Quanto a Magnitude	Baixa Intensidade	1 a 4
	Média Intensidade	4 a 7
	Grande Intensidade	7 a 10
Quanto ao Alcance	Local	1 a 4
	Regional	4 a 7
	Nacional	7 a 10
Quanto ao Efeito	Curto Prazo	1 a 4
	Médio Prazo	4 a 7
	Longo Prazo	7 a 10
Quanto a Reversibilidade	Reversível	1 a 10
	Irreversível	1 a 10

Os valores da escala serão positivos, quando o impacto ambiental for benéfico e, negativos, quando o impacto ambiental for adverso.

Proposta de Expressões Matemáticas

Calcula-se a média geral de cada ação proposta, referente aos impactos ambientais antropogênicos da seguinte maneira:

Uma ação proposta apresenta diversos impactos ambientais e, cada um desses impactos, recebe uma avaliação qualitativa (classificação do impacto ambiental) e uma avaliação quantitativa (valoração). Toma-se, por exemplo, os diferentes impactos ambientais classificados de uma ação proposta e, procede-se a soma dos valores ($V_{i\ IA}$) de cada um dos impactos ambientais classificados, afetados de sinal (+) ou (-), obtendo-se, assim, para cada um deles uma somatória:

$$\sum_{i=1}^n V_{i\ IA}$$

A determinação do valor de um impacto ambiental no meio ambiente ($E_{i\ IA}$) é igual ao quociente da somatória dos valores de um impacto ambiental classificado pelo seu, respectivo, número de impactos ambientais classificados ($n_{i\ IA}$).

A média geral de cada ação proposta ($I_{n\ IA}$), referente aos impactos ambientais antropogênicos, é igual ao quociente da somatória dos valores de um impacto ambiental da ação proposta:

$$\sum_{i=1}^n E_{i\ IA}$$

pelo número de impactos ambientais provocados pela ação proposta ($N_{i\ IA}$).

Este artigo propõe as seguintes equações matemáticas:

$$E_{i \text{ IA}} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{i \text{ IA}}}{n_{\text{IA}}} \quad (1)$$

Onde:

$E_{i \text{ IA}}$ = Valor de um impacto ambiental no meio ambiente;

$V_{i \text{ IA}}$ = Valor de um impacto ambiental da ação proposta;

n_{IA} = Número de impactos ambientais classificados.

$$I_{i \text{ IA}} = \frac{\sum_{i=1}^n E_{i \text{ IA}}}{N_{\text{IA}}} \quad (2)$$

Onde:

$I_{i \text{ IA}}$ = Valor geral do impacto ambiental de uma ação proposta;

$E_{i \text{ IA}}$ = Valor de um impacto ambiental da ação proposta;

$N_{i \text{ IA}}$ = Número de impactos ambientais provocados pela ação proposta.

Variáveis Controladas

Sabemos que em dado momento, um número fantásticamente grande de fatores podem estar determinando um fenômeno. Porém, em qualquer pesquisa torna-se necessário controlar todas as outras variáveis. Se isso fosse possível, poderíamos concluir que uma mudança na Variável Dependente – Impacto Ambiental, seria devido apenas a nossa Variável Independente – Bacia Hidrográfica.

A minimização da interferência das variáveis estranhas na pesquisa poderá ser obtida a partir da identificação de quais variáveis estranhas podem estar presentes na situação de pesquisa, isto é, quais variáveis deveriam ser controladas.

As variáveis estranhas que convergem simultaneamente para a Variável Independente e para a Variável Dependente são identificadas neste trabalho como **Variável Controlada**, sendo a referida variável as **obras hidráulicas fluviais executadas e/ou passíveis de serem executadas nos leitos do Ribeirão dos Meninos**.

As obras hidráulicas fluviais serão entendidas como sendo aquelas necessárias aos diferentes usos dos diferentes leitos do curso de água, exigindo uma intervenção direta ou indireta no referido curso. Neste trabalho serão adotadas as seguintes classificações, referentes aos tipos de obras de hidráulicas fluviais, a saber:

Classificação de Van Raalten

Genericamente, existem quatro tipos de obras hidroviárias, de acordo com Van Raalten (1981) apud Camargo Junior (2000), sendo elas:

Obras Simples – demolição e retirada de obstáculos (desenrocamento) e sedimentos (desassoreamento) para viabilizar a navegação.

Obras de fixação do leito e proteção de estruturas – aplicação de métodos construtivos tradicionais, como concretagem, enrocamento, atirantamento, aplicação de gabiões, espigões, muros-guia, etc., que fixam as margens e a calha do rio, que protegem pilares, vãos de pontes, entrada de eclusas, etc., promovendo a segurança da navegação.

Obras de regularização de vazão – construção de obras como barragens. No caso da construção de barragens, são necessárias obras de transposição para as embarcações.

Obras de canalização – trata-se de obras de regularização do leito total de um rio, de interligação de rios ou de criação de ramais paralelos ao leito natural. O primeiro caso é muito comum em hidrovias europeias. O canal de Bariri e o canal de Pereira Barreto são exemplos de ramal paralelo e interligação (Oliveira & Brito, 1998).

Classificação de Silva (2014)

Adequando-se a classificação de Van Raalten, a realidade brasileira, adotaremos neste projeto de pesquisa a seguinte classificação, a saber:

Gerais ou de Normalização - São obras locais visando problemas específicos, do tipo: trecho raso ou curva muito brusca ou margem instável; de modo geral visam o melhoramento dos cursos d'água e não influem no regime hidráulico ou morfológico do rio. Dificilmente são usadas sozinhas, sendo comum a sua utilização em conjunto com os outros tipos de obras. As principais obras de normalização são:

A. Desobstrução e Limpeza

Consiste na retirada de obstáculos estranhos ao leito, que dificultam o escoamento ou desviam os filetes líquidos. Geralmente são vegetais ou embarcações sossobradas. Utilizam-se embarcações destocadeiras e guindastes. Este tipo de obra não intervém no equilíbrio do rio, portanto, não produz impactos ambientais.

B. Limitação dos Leitos de Inundação

Tem a finalidade de facilitar a navegação, concentrando o escoamento num leito bem definido. Outra finalidade pode ser a de proteger os terrenos ribeirinhos.

As obras utilizadas neste caso são diques longitudinais. Podem ser construídos a seco, aproveitando o período de estiagem, localizados no leito menor e de maneira geral em argila (impermeável).

Cuidados devem ser tomados para a drenagem de área protegida, quando a mesma for utilizada para fins agrícolas. Outro cuidado refere-se à concentração das vazões, principalmente, no regime de vazões excepcionais, que pode aumentar a capacidade erosiva das correntes, acarretando a erosão dos leitos.

Verificar-se que este tipo de obra, intervém no equilíbrio do rio, dando origem a impactos ambientais, que serão minimizados com a execução de obras complementares para a proteção do leito.

C. Fechamento de Braços Secundários

Este tipo de obra é utilizada para aumentar a profundidade num dos trechos dos braços do curso d'água, mediante o fechamento dos outros. O fechamento é efetuado através de obras permeáveis ou não, geralmente com altura até a cota mínima de navegação, ficando submersos para as vazões maiores. Estas obras são pequenas barragens, que podem ser galgadas, devendo, portanto, ter a superfície protegida para evitar a sua destruição, ou soleiras de fundo. Podem ser construídas em enrocamento de pedras ou terra, com proteção na superfície ou ainda em estaqueamento simples ou duplo. Estas obras alteram o regime do rio na estiagem, pois ocorre a concentração das vazões em um único canal, podendo acarretar erosões no mesmo, e a deposição de materiais transportados no(s) trecho(s) de jusante. Em geral as alterações ambientais são locais, podendo ser minimizadas com a execução de obras complementares. O regime de escoamento do rio, praticamente não sofre alteração no período das cheias.

D. Proteção das Margens

De um modo geral denominaremos por margem a superfície inclinada do terreno em contato direto com a água ou imediatamente acima, distinguindo-se: a parte superior ou “berma”, que só é atingida pelas enchentes excepcionais e que muitas vezes é constituída pelos diques de proteção contra inundações, a “ribanceira” ou “talude”, entre o nível de estiagem mínima e o das enchentes normais e o “pé da margem” ou “base”, a parte inferior. Abaixo do nível de estiagem, permanentemente submersa (Brighetti & Almeida, 2002).

A ribanceira e o pé da margem são muitas vezes sujeitos a elevadas velocidades, sendo então submetidos a fortes erosões, sobretudo nas zonas inferiores que sustentam o talude, merecendo, pois, maiores atenções e proteção (Brighetti & Almeida, 2002).

A proteção das margens tem por finalidade:

* Proteger os terrenos marginais (ribeirinhos), isto é, terrenos que ladeiam um curso de água ou que circundam um lago, beira, orla, da ação do escoamento e das ondas naturais ou artificiais;

* Reduzir a descarga sólida nos(as) cursos de águas naturais, hidrovias, canais de irrigação, de drenagem, de adução (usinas)], etc. (Brighetti, 2000).

A proteção das margens tem como consequentes vantagens: redução dos bancos de areia; melhoria geral do escoamento; redução da erosão; aprofundamento do leito; fixação do leito navegável, etc.

Escolher entre os diversos tipos de obras para a estabilização das margens é uma missão difícil para o engenheiro, pois estamos protegendo a margem contra o que ?

Em cada situação é necessário procurar o revestimento (obra) que possui as exigências características de: permeabilidade ou impermeabilidade, robustez, flexibilidade, rugosidade, durabilidade e economia, e entre eles adotar o que melhor se adapte às necessidades da obra.

A proteção das margens poderá ser obtida através da: *proteção direta ou proteção indireta*. No caso de proteção direta ou contínua, não há alteração no equilíbrio do rio, e havendo a necessidade de revestimento do talude, o impacto será localizado naquele trecho de margem que recebeu o revestimento e será função do tipo de revestimento. Caso a margem, já se encontre sendo erodida, isto é, já impactada, a proteção contínua visa restabelecer o equilíbrio. No caso de proteção indireta, com a utilização de espigões, reduz-se a seção hídrica, afetando o equilíbrio do rio.

Retificação de Rios Meandrantés

A retificação de rios meandrantés, consiste em melhorar os raios de curvatura do leito curvo do rio, melhorando as condições do escoamento, reduzindo o percurso para a navegação; baixando o nível d'água de enchentes e permitindo a recuperação de terrenos marginais. A retificação de meandros, só terá êxito a partir dos conhecimentos específicos dos meandros fluviais, tais como: origem dos meandros, mecanismos de formação de meandros, localização dos meandros, caracterização do meandro.

A retificação altera o equilíbrio do rio, sendo, portanto necessário à execução de obras complementares, para minimizar os impactos ambientais, que são entendidos como impactos locais.

Regularização dos Leitões

As obras de regularização, ver figura 10, em um curso em um curso d'água são definidas como sendo àquelas que visam a utilizar energia das águas para: fixar o leito, direcionando o escoamento ou concentrando o escoamento para melhorar as condições de navegabilidade, operação de tomadas de água, etc., modificando para tanto: a largura, as curvaturas, a profundidade e a direção de filetes de água. Normalmente são utilizadas para fixar o leito do curso d'água durante os meses de estiagem.

As obras de regularização dos leitões intervêm no equilíbrio do rio, produzindo impactos ambientais, sendo necessária a execução de obras complementares para a minimização dos impactos ambientais.

Derrocamento

O derrocamento é a operação que consiste no desmonte (fraturamento, rompimento) de rochas, particularmente do leito de rios ou canais, para desobstruí-los. Após desmonte, dá-se a remoção da rocha.

O desmonte da rocha é feito com técnicas específicas, que consistem em romper o maciço, que pode se realizar, com a utilização de explosivos (ondas de choque), por percussão (marreta, soquete, aríete) ou por perfuração e percussão (martelete) e, finalmente promover a remoção do material rompido, que quando no leito de rios ou canais, será retirado através de dragas.

Geralmente estas obras têm como consequência o aumento da velocidade das águas e o rebaixamento do nível d'água a montante, resultando no desequilíbrio do rio, o que dá origem aos impactos ambientais, que deverão

ser minimizados com a escolha adequada da técnica de execução bem como da escolha correta do equipamento, além da necessidade da execução de obras complementares.

Dragagem

Entende-se por dragagem a retirada, transporte e disposição final, do material, que pode ser resultante do derrocamento, areias, siltes, argilas, etc., do leito dos rios ou não, por equipamentos adequados em cada operação.

Geralmente estas obras têm como consequência o aumento da velocidade das águas e o rebaixamento do nível d'água a montante, resultando no desequilíbrio do rio, o que dá origem aos impactos ambientais, que deverão ser minimizados com a escolha adequada da técnica de execução e bota-fora, bem como da escolha correta do equipamento.

Canais Artificiais

Entende-se por canais artificiais o ato de dirigir ou encaminhar o escoamento das águas, através de canos, valas ou canais fora do leito natural.

Os impactos ambientais das obras hidroviárias de canalização dos cursos d'água, ou execução de canais artificiais, estão relacionados com os impactos na bacia, onde se implantará a obra, e não em um curso d'água, o que resulta em um estudo mais abrangente para a identificação dos impactos.

Obras de Canalização dos Cursos D'água

Estas obras hidroviárias consistem na implantação de barragens a intervalos planejados, transformando o rio em uma série de patamares. A este tipo de obra, são atribuídas notáveis mudanças e modificações nos rios onde são construídas, em síntese provocam “grandes” impactos ambientais; uma contenda que não é objetivo deste projeto.

Obras de Macrodrenagem em Áreas Afetadas pela Urbanização

Na bacia hidrográfica do Ribeirão dos Meninos verifica-se que à medida que vazões afluentes aos receptores originais, aumentaram devido à redução dos tempos de concentração, resultando, então, na necessidade de intervenções de engenharia, em menor ou maior grau de intensidade, direta ou indiretamente na rede de drenagem urbana natural, localizada nos talvegues e vales.

Estas intervenções dão origem às estruturas de macrodrenagem, quais sejam: construções de canais revestidos, ou não, com maior capacidade de transporte, se comparado ao canal natural, e as bacias de retenção.

Medidas Não Convencionais de Drenagem Urbana

São as medidas cuja utilização ainda não se encontra disseminadas e, diferem do conceito tradicional de canalização, mas podem estar associadas a ela, para beneficiamento do sistema de drenagem. Neste projeto serão abordadas somente as medidas não convencionais, sendo as mais frequentes:

1. Infiltração e percolação: cria um espaço para que a água tenha maior infiltração e percolação no solo;
2. Retenção de escoamentos: é possível a estruturas que propiciam o amortecimento dos picos de vazão por meio do conveniente armazenamento do deflúvio. O armazenamento através de reservatórios tem por função reter parte do volume do escoamento superficial, reduzindo o seu pico e distribuindo a vazão no tempo;
3. Aumento de eficiência do escoamento tem por objetivo transferir as enchentes de uma área para outra através de condutos e canais, drenando áreas urbanizadas inundadas.
4. Diques e estações de bombeamento (diques tipo polder): são medidas destinadas a proteção de áreas baixas.

Aplicações de Soluções Não Convencionais.

Detenção dos escoamentos: função é promover a redução do pico das enchentes, através de armazenamento de parte do volume escoado;

Contenção na fonte: são localizados próximos aos locais onde os escoamentos são gerados (fontes), permitindo assim melhor aproveitamento do sistema de condução do fluxo jusante. Classificação quanto à contenção na fonte:

Disposição no local: os dispositivos podem ser classificados em dois grupos:

Métodos Dispersivos: superfícies de infiltração, valetas de infiltração abertas, lagoas de infiltração, bacias de percolação, pavimentos porosos.

Métodos em poços: poços de infiltração secos, poços de infiltração úmidos.

Controle de entrada: são constituídos por dispositivos de controle que visam a restringir a entrada de escoamentos no sistema de drenagem, promovendo sua reservação que pode ser temporária (retardamento no fluxo) ou permanente (água reservada para posterior utilização). São exemplos desses dispositivos:

Controle nos telhados: consiste no armazenamento de água obtido a partir da adoção de um sistema de calhas e condutores, controlado mediante válvulas especiais.

Controle de áreas impermeabilizadas: grandes áreas impermeabilizadas como estacionamentos, centros de compras, pátios de manobra, subestações, cemitérios, praças públicas e centros esportivos. São locais que geram picos de deflúvio. Na cidade de São Paulo, a Lei Municipal nº 13.276, de 04/01/2002, regulamentada pelo Decreto nº 41.814, de 15/03/2002, torna obrigatória a execução de reservatórios para águas coletadas, por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m². Para áreas de estacionamentos, essa lei prevê, além dessa reservação, a obrigatoriedade de se deixar permeável 30% da área do terreno.

Detenção “In Situ”

As obras de detenção “in situ” compreendem os reservatórios implantados para controlar áreas urbanizadas restritas, como condomínios restritos, loteamentos e distritos industriais. Nos EUA a urbanização proposta não deve permitir a ampliação dos picos naturais ou anteriores. As áreas de reservação são normalmente incorporadas aos projetos de paisagismo e recreação, propiciando a formação de lagos ou a instalação de quadras de esportes nas partes secas, que são alimentadas pelas enchentes maiores.

Segundo Canhioli (2005) apud Urbonas (1993) é desaconselhável a multiplicação de bacias de detenção em virtude das dificuldades e custos de inspeção, operação e manutenção, e das próprias incertezas quanto a real eficiência hidráulica desses sistemas, visto que em certos casos podem ocorrer o resultado inverso do pretendido, ou seja, a ampliação dos picos de vazão.

Detenção a Jusante

As estruturas de detenção dos deflúvios situados à jusante visam controlar os escoamentos no âmbito das bacias ou sub-bacias de drenagem. A reservação dos valores escoados permite a obtenção do amortecimento dos picos de enchente.

No Brasil, a detenção a jusante, é uma prática bastante difundida, dado o grande desenvolvimento das obras de geração de energia hidráulica, com a existência de inúmeros reservatórios de uso múltiplo.

As obras de reservação podem ser diferenciadas em:

Bacias de Retenção – são reservatórios de superfície que sempre contêm um volume substancial de água permanente para servir a finalidades recreacionais, paisagísticas, ou até para abastecimento de água ou outras funções. O nível de água eleva-se temporariamente acima dos níveis normais durante ou imediatamente após as cheias. São usados não somente para atender aos requisitos de controle de quantidade.

Bacias de Detenção – são áreas projetadas para deter as águas superficiais apenas durante e após as chuvas. Durante os períodos de estiagem são áreas secas..

Bacias de Sedimentação – são reservatórios que possuem a função de reter sólidos em suspensão ou absorver poluentes que são carregados pelos escoamentos superficiais. A bacia de sedimentação além de controlar as cheias pode ser parte de um reservatório com múltiplos usos.

As obras de reservação podem ser do tipo:

Reservatório ON-LINE: são que se encontram na linha principal do sistema e restituem os escoamentos de forma atenuada e retardada ao sistema de drenagem de maneira contínua, normalmente por gravidade.

Reservatório OFF-LINE: são aquelas que se encontram fora da linha do sistema, isto é, retendo os volumes de água que são desviados da rede de drenagem principal quando ocorre à cheia e os restitui para o sistema, geralmente por bombeamento ou por válvulas controladas, depois de obtido o alívio nos picos de vazão.

Polders

São sistemas compostos por diques de proteção, redes de drenagem e sistemas de bombeamento, visam a proteger áreas ribeirinhas ou litorâneas, fundo de vale laterais a rios, canais que se encontram em cotas inferiores às dos níveis d'água, que ocorrem durante os períodos de chuva ou marés.

As áreas a serem protegidas ficam, portanto, totalmente isoladas por diques, cuja cota de coroamento é estabelecida em função dos riscos de galgamento assumidos. Protegidas as áreas do avanço das águas externas, a drenagem interna é direcionada para o sistema de bombeamento que recalca as vazões drenadas por sobre os diques, de volta ao corpo da água.

No Brasil, a urbanização acelerada é responsável por problemas sociais e econômicos de extrema relevância. A falta de recursos técnicos e financeiros para enfrentar o estado de degradação no qual se encontra os aglomerados humanos, principalmente àqueles com população superior a 500 mil habitantes, é agravada.

Tem-se notado o crescente interesse pelo aperfeiçoamento das técnicas de projeto e da verificação das estruturas de macrodrenagem.

A visão moderna acerca da problemática da drenagem urbana envolve o conceito de planejamento urbano integrado, na qual a drenagem é abordada de uma forma qualitativa e quantitativa.

O artigo apresentado deve permitir visualizar que a solução do problema das cheias envolve a consideração de aspectos legais, institucionais, ambientais e políticos dentro de um contexto integrado.

PLANILHAS AMBIENTAIS

Elaboradas a partir da correlação das variáveis, constitui-se em nosso instrumento de coleta de dados e, a sua devolução, acompanhada de comentários, análises e sugestões, elaborados pelos sujeitos da pesquisa, conduziu-nos a pensar sobre os seguintes cenários: tomar como sujeitos da pesquisa, profissionais, ambientalistas e pesquisadores. Quanto à identificação de um novo sujeito de pesquisa, agora externo às nossas variáveis, classificamos como extremamente inviáveis, pois numa simulação desta possibilidade, verificou-se: distorção, já, no entendimento da hidrovia como um modal de transporte; distorção ao preencher a Planilha Ambiental, devido principalmente a interesses políticos e econômicos, o que nos induziria a desvios incríveis nesta pesquisa; em um novo instrumento de coleta de dados, pois acreditávamos que a devolução das planilhas ambientais preenchidas era “algo certo”, o que nos forneceria, inclusive, dados para um estudo estatístico. A discordância entre o “aguardado” (devolução das planilhas ambientais preenchidas) e o “ocorrido” (devolução das planilhas ambientais não preenchidas), nos fez romper com o fascínio de certas ideias, fazendo-nos desistir da teimosia de pesquisador, que permanece à procura de uma resposta que não existe. Os dados apontavam na direção contrária à esperada, fazendo-nos conduzir o nosso foco de pesquisa nessa direção, ou seja, entender o porquê (dúvidas, dificuldades, desconhecimento etc.) do não preenchimento das planilhas ambientais.

Alguns dos objetivos específicos propostos, principalmente no que se refere a valoração dos impactos ambientais, não puderam ser alcançados, no presente, pois faltam aos sujeitos da pesquisa, principalmente a habilidade para identificar situações em que a teoria referente a Impactos Ambientais, pode ser aplicada.

Sistema, Modelo e Simulação

Como o sistema e o modelo apresentados, neste artigo, têm um caráter de ineditismo, de modo a exemplificar tudo o que foi desenvolvido neste artigo, apresentam-se as planilhas ambientais de N^o1, e partir delas, faz-se uma simulação para uma situação real de obra hidráulica fluvial. A simulação apresentada atende a definições e fases, entendidas como obrigatória numa simulação: Simulação – é o processo de utilização do modelo. Na

simulação existem, em geral, três fases que são classificadas como ajuste, verificação e aplicação; Ajuste ou Calibração – é a fase da simulação onde os parâmetros devem ser identificados. Para se obter os valores dos parâmetros, os métodos baseiam-se na disponibilidade de dados históricos e nas informações sobre as características do sistema; Estimativa – quando não existem dados sobre as variáveis do sistema, podem-se estimar os valores dos parâmetros em informações das características físicas do sistema; Tentativa – é o processo em que se dispõe de alguns valores das variáveis de entrada e saída e, por tentativa, podem-se ajustar os parâmetros procurando aproximar os valores calculados dos observados; Otimização – utiliza os mesmos dados do processo por tentativa, mas por métodos matemáticos procura otimizar uma função objetivo; Amostragem – neste caso, os valores dos parâmetros são obtidos através de medições específicas no sistema, que determinarão esses valores dentro da precisão desejada.

Neste artigo a fase de ajuste ou calibração dá-se a partir da estimativa, pois na existência de dados sobre impactos ambientais classificados para obras hidroviárias, bem como na existência de dados para valoração, adota-se os dados/informações do “Quadro 1 - Proposta de valores para os impactos ambientais classificados”.

A fase de Verificação, não é possível o atendimento desta fase, pois não existe um modelo já calibrado, com dados diferentes daqueles usados no ajuste.

A fase de Aplicação é a fase em que o modelo é usado para representar situações, no caso as ações propostas, obtendo-se assim o conhecimento da saída do sistema, até então desconhecida.

Ação Proposta	Impacto Ambiental	Classificação do Impacto Ambiental														
		P	N	D	I	B	M	G	CP	MP	LP	RE	IR	L	R	NA
– Revestimento das Margens – Gabião (tipo colchão).	+ Definição de um habitat	*		*				*			*		*	*		
	+ Definição e fixação de uma nova vegetação de margem	*		*				*			*		*	*		
	+ Estabilização das margens.	*		*				*			*		*	*		
	+ Alteração no número de espécies que compõe a fauna das margens.	*		*				*			*		*		*	
	+ Possibilidade de desenvolvimento ou crescimento de uma vegetação de margem	*		*				*			*		*	*		
	+ Melhoria das características físicas d'água (cor e turbidez).	*		*			*				*		*		*	
	+ Recuperação da vegetação primitiva.		*	*				*			*		*	*	*	
	+ Proteção das margens contra a ação das ondas.	*		*				*			*		*	*	*	
	+ Redução do aporte sólido na corrente, líquida.	*		*				*			*	*		*	*	
	+ Redução dos efeitos da erosão.	*		*				*			*		*	*	*	

Planilha Nº 01 – Continuação - Impacto Ambiental das Ações Propostas – Classificação do Impacto Ambiental.

Fonte: SILVA (2004).

Ação Proposta	Impacto Ambiental	Classificação do Impacto Ambiental														
		P	N	D	I	B	M	G	CP	MP	LP	RE	IR	L	R	NA
– Revestimento das Margens – Gabião (tipo colchão).	+ Definição de um habitat	*		*			7			7			8	4		
	+ Definição e fixação de uma nova vegetação de margem	*		*			8			8			8	4		
	+ Estabilização das margens.	*		*			10			9			9	4		
	+ Alteração no número de espécies que compõe a fauna das margens.	*		*			10		6		3				6	
	+ Possibilidade de desenvolvimento ou crescimento de uma vegetação de margem	*		*			6		6				8	4		
	+ Melhoria das características físicas d'água (cor e turbidez).	*		*			8			9			9		6	
	+ Recuperação da vegetação primitiva.		*	*			6		6		4			4		
	+ Proteção das margens contra a ação das ondas.	*		*			9			9			8	4		
	+ Redução do aporte sólido na corrente, líquida.	*		*			8			9			9		6	
+ Redução dos efeitos da erosão.	*		*			10			9			9	4			

Planilha Nº 01 – Continuação - Impacto Ambiental das Ações Propostas – Classificação do Impacto Ambiental

Fonte: SILVA (2004).

Impacto Ambiental	Valoração do Impacto Ambiental (V_{IA})															$\sum(V_{IA})$	n_{IA}	$\frac{\sum(V_{IA})}{n_{IA}}$	N_{IA}	
	P	N	D	I	B	M	G	CP	MP	LP	RE	IR	L	R	NA					
+ Definição de um habitat.	*		*			7			7			8	4			+ 26	4	+ 6,5	1	$\frac{\sum E_{IA}}{N_{IA}} =$ $\frac{47.8}{10} =$ $+ 4.78$
+ Definição e fixação de uma nova vegetação de margem.	*		*			8			8			8	4			+ 28	4	+ 7.0	2	
+ Estabilização das margens.	*		*			10			9			9	4			+ 32	4	+ 8.0	3	
+ Alteração no número de espécies que compõe a fauna das margens.		*	*			10		6		3				6		- 25	4	- 6.2	4	
+ Possibilidade de desenvolvimento ou crescimento de uma vegetação de margem.	*		*			6		6				8	4			+ 24	4	+ 6.0	5	
+ Melhoria das características físicas d'água(cor e turbidez).	*		*			8			9			9		6		+ 32	4	+ 8.0	6	
+ Recuperação da vegetação primitiva.		*	*			6		6		4		4				- 20	4	- 5.0	7	
+ Proteção das margens contra a ação das ondas	*		*			9			9			8	4			+ 30	4	+ 7.5	8	
+ Redução do aporte sólido na corrente, líquida.	*		*			8			9			9		6		+ 32	4	+ 8.0	9	
+ Redução dos efeitos da erosão.	*		*			10			9			9	4			+ 32	4	+ 8.0	10	
$\sum E_{IA}$																		+ 47.8		

Planilha N^o 01 – Revestimento das Margens – Gabião (tipo colchão)

Fonte: SILVA (2004).

CONCLUSÃO

A submissão do Ribeirão dos Meninos ao modelo matemático identificado como Planilhas Ambientais, proposto por SILVA (2004), tem como principal resultado o desenvolvimento de uma estrutura composta por um sistema e um modelo. O sistema é formado por: uma entrada que corresponde à fase de coleta de dados e/ou informações referentes à bacia hidrográfica do Ribeirão dos Meninos, bem como ao conjunto de intervenções de engenharia implantadas e executadas nesta bacia; processamento dos dados e/ou informações coletadas, de modo a se verificar quais são relevantes a este projeto, e a saída que corresponde a uma provável resposta ao problema proposto. O cenário correspondente à representação física do sistema, isto é, a Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Meninos, com todos os dados e informações coletadas e posteriormente processadas, passam a alimentar as Planilhas Ambientais, SILVA (2014), constituindo-se então no Modelo de Planilhas Ambientais da Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Meninos. A interpretação de um valor geral do impacto ambiental de uma ação proposta, com sinal negativo, indica que a obra hidráulica fluvial e/ou de macrodrenagem urbana contribui para o agravamento e/ou dá origem a um impacto adverso, e neste caso ela será considerada contraproducente. A interpretação de um valor geral do impacto ambiental de uma ação proposta, com sinal positivo, indica que a obra hidráulica fluvial e/ou de macrodrenagem urbana é produtora, contribuindo com a minimização dos impactos adversos, e um conseqüente aumento de impactos benéficos.

RECOMENDAÇÕES

A imediata interpretação do valor da ação proposta, com referência aos impactos ambientais por ela gerados, não pode e não deve ser subjetiva, e para tanto, recomenda-se a aplicação das referidas planilhas em cenários semelhantes ao apresentado, de modo a se obter um universo que permita a seleção de uma amostra e, a realização de um estudo estatístico.

Verifica-se que a aplicação das Planilhas Ambientais, no Estudo de Caso – Ribeirão dos Meninos, poderá se constituir como exemplo de um possível instrumento de Projeto, podendo estender a sua aplicação à fase de Estudo Preliminar, permitindo aos profissionais das diferentes áreas do conhecimento, envolvidos com a questão ambiental “entender” o desenvolvimento do projeto de expansão de uma determinada região, a partir da lógica adotada no desenvolvido das referidas planilhas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Bacia Hidrográfica do Ribeirão dos Meninos Fonte: Disponível em <https://www.google.com.br/search?q=bacia+do+ribeir%C3%A3o+dos+meninos> Acesso em 02/02/2016
2. BRAGA, B., et al. Introdução à engenharia ambiental.. 1. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305 p.
3. BRIGHETTI, G.; ALMEIDA, C. Apostila: Navegação Interior e Portos Marítimos. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002. Fascículo I. 143 p.
4. BRIGHETTI, G. Notas de Aula: Curso de Pós-graduação na área de Concentração Engenharia Hidráulica. **Obras Fluviais**. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.
5. CAMARGO JUNIOR, A. Sistema de gestão ambiental em terminais hidroviários e comboios fluviais: contribuições para o desenvolvimento sustentável na hidrovia Tietê – Paraná. 2000. 179 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, da Universidade Estadual Paulista. São Paulo.
6. CANHOLI, A. P. *Drenagem urbana e controle de enchentes*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 302p. Limites das Bacias Hidrográficas do Ribeirão dos Meninos e do Rio Tamanduate. Disponível em <<https://www.google.com.br>> Acesso em 02/02/2016
7. PEREIRA, P. A. S. **Rios, redes e regiões: a sustentabilidade a partir do enfoque integrado dos recursos terrestres**. 1. ed. Porto Alegre: Editora AGE Ltda, 2000. 348p.
8. SÃO PAULO. DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Governo do Estado de São Paulo. **Plano Diretor de Macro drenagem da Bacia do Alto Tiete**: Bacia Superior do Ribeirão dos Meninos. Diagnostico geral e ações recomendadas.1999. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/macrodrenagem/meninos/Arquivos_Men/Indexe_Men.html>. Acesso em: 27 jun. 2010.
9. SILVA, P. J. Estrutura para identificação e avaliação de impactos ambientais e obras hidroviárias. 2004. 511 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária.
10. TOMMASI, L. R. **Estudo de Impacto Ambiental**. 1. ed. São Paulo: CETESB: Terragraph Artes e Informática, 1993. 355p.
11. VINK, A. P. A. *Land use in advancing agriculture*. Springer-Verlag Berlim Heidelberg, New York, 1975.