

14. UMA PROPOSTA METODOLÓGICA INTERDISCIPLINAR

João Antônio de Paula (coord.)

Alisson F. Barbieri

Ariaster B. Chimeli

Cláudio B. Guerra

Elena C. Landau

Fábio Vieira

Francisco A. R. Barbosa

Haroldo Gama Torres

Heloísa S. M. Costa

Leonardo P. Guerra

Roberto Luís de M. Monte-Mór

Rodrigo F. Simões

Tânia M. Braga

“HIC RHODUS, HIC SALTA”

A frase de Esopo que dá título a este item tem tradição ilustre nas ciências sociais. Foi usada num texto célebre para provocar uma resposta que, em termos mais pedestres, seria a seguinte: “Prova agora o que prometeste!” No caso deste relatório, trata-se de explicitar a metodologia interdisciplinar em estudos ambientais, prometida na apresentação do projeto como um dos objetivos centrais da proposta.

Uma parte não desimportante dessa resposta teria que considerar as vicissitudes do próprio processo de constituição e dinâmica do trabalho como um aspecto central do processo. Isto é, num projeto multidisciplinar, multiinstitucional, interdisciplinar e que se pretende mesmo transdisciplinar, no sentido em que o termo foi definido no Capítulo 5, as formas de montagem e interação, o funcionamento, os métodos de integração, de socialização de linguagens e conceitos, a busca de princípios unificadores, tudo é decisivo para o êxito do processo. Descrever esses métodos, relatar essa experiência, à moda dos antropólogos, talvez se imponha como exigência em estudos como o que este relatório reporta.

Trata-se, enfim, de reconhecer a existência de redes que se entrelaçam, interagem, influenciam-se e envolvem desde dimensões subjetivas, inescapáveis, até as referentes ao gerenciamento de recur-

so financeiros, às *culturas* específicas das diversas instituições envolvidas etc. Reconhecer a importância desses aspectos, enfrentar o cotidiano de pequenas precariedades e aborrecimentos talvez seja o inimigo oculto que assombra uma grande parte dos projetos, tanto mais perigoso quanto maiores e complexas as ambições dos projetos. Não é ocioso encerrar essa menção sem extrair uma lição, de resto bastante sabida, que atribui peso decisivo para o sucesso dos projetos à capacidade que demonstrem de vencer os pequenos obstáculos cotidianos.

Não faremos tal crônica aqui. Contudo, é essencial insistir que a proposta metodológica que acabou plasmando o Programa — organizando sua estrutura de investigação e exposição e centrada na bacia hidrográfica como base de integração disciplinar — não nasceu pronta e acabada, que a descoberta e adesão a essa referência, que a descoberta da sua eficácia heurística e integradora, resultou de um longo processo de convencimento e descoberta recíproca.

A descoberta do rio como validade de análise integrada foi uma revelação. A escolha dos pontos amostrais, a escolha dos parâmetros, os significados das medidas obtidas funcionaram como uma estrutura imantada, que atraiu outros olhares e cuidados além que os dos biólogos lhes dirigem. Economistas, engenheiros, urbanistas, sanitaristas, médicos, historiadores, geógrafos, demógrafos, geólogos, debruçaram-se sobre os mesmos indicadores e buscaram explicar, a partir das medidas que o rio oferecia, a realidade ambiental regional. Isto é, buscou-se explicar como as diversas atividades antrópicas impactam o meio ambiente, a partir dos resíduos de sua ação que são carreados para o rio, alterando a qualidade física e química de suas águas e de suas comunidades zooplânctônicas, fitoplânctônicas, bentônicas e nectônicas.

É como se cada estação ambiental escolhida se ampliasse, expressando atividades econômicas, estrutura urbana, culturas, comportamentos, políticas e instituições, e no registro singular do parâmetro medido se manifestasse a própria prefiguração da totalidade. Cada estação amostral, cada parâmetro medido foram tomados como universos plenos a serem decifrados, síntese dos mundos complexos que os cercam e que estão refletidos na aparente estreiteza de um número, uma ordenação, um inventário.

Tomou-se o indicador como índice do mundo, a senha que permitiu uma aproximação da totalidade. Foi uma aposta audaciosa que exigiu esforço continuado, recursos financeiros consideráveis, equipe numerosa e diversificada. Ao final temos o que apresentar; ao desafio “Hic Rhodus, Hic Salta”, saltamos. É possível que, com razão, alguém ponha reparos ao salto. Era e é possível salto melhor, mais elegante. Não tivemos tempo suficiente para aquela simplicidade que só o tempo e a longa maturação são capazes de construir.

PARÂMETROS E MATRIZES

Quanto mais a realidade da complexidade se impõe a todos os campos do conhecimento, mais se faz necessária a construção de indicadores que consigam expressar a diversidade dos mundos que se busca entender. Se esse é objetivo perseguido pela ciência desde sempre, contemporaneamente essa caminhada tem adquirido outras e

mais imediatas implicações. Em áreas como as das ciências ambientais, a necessidade de indicadores seguros e práticos da realidade ambiental é uma exigência que transcende o campo científico, é instrumento de monitoramento, é objeto de apreciação e aperfeiçoamento de políticas etc.

Contudo, é preciso acautelar-se contra uma certa *fetichização da medida*, que é comum acometer certas perspectivas. Construir instrumentos seguros, desenvolver métodos confiáveis de medida, são objetivos que não podem divorciar-se dos esforços de entendimento desses indicadores dentro do quadro mais geral de seus determinantes. Isto é, os indicadores só são expressivos, só são inteligíveis, quando no contexto dos vários elementos que compõem a totalidade. Trata-se, assim, de reconhecer que os indicadores só são capazes de, efetivamente, descrever a realidade, quando esta for tomada como totalidade articulada e em movimento. Daí que, quando se tomar um indicador específico, por exemplo, no campo da qualidade física e química das águas de um rio, o que efetivamente se está considerando é o conjunto das determinações naturais (a geoquímica do rio), sociais, econômicas, políticas e culturais, que se expressam num certo Ph, numa certa alcalinidade, numa certa concentração de nutrientes etc. Ou seja, o indicador tomado isoladamente, sem as referências devidas a seu contexto natural e histórico, é uma abstração destituída de valor heurístico.

Neste Programa foram mobilizados diversos indicadores, diversas disciplinas, diversas especialidades temáticas. No campo das ciências biológicas, pesquisaram-se diversos ambientes e comunidades e buscou-se transformar os resultados obtidos em indicadores de qualidade ambiental. Foi o caso do estudo com térmitas e insetos galhadores, que fornece elementos para a compreensão do grau de comprometimento ambiental de certos ecossistemas. Também indicadores importantes da biodiversidade regional, e daí aproximações à realidade ambiental como um todo, foram os estudos sobre os primatas, os pequenos mamíferos e a avifauna regional, ainda mais expressivos porque relacionam diretamente tamanho e biodiversidade dos habitats à biodiversidade da fauna regional como um todo. Isto é, o estudo integrado desses aspectos coloca em tela não só as dimensões faunísticas e florísticas da região, bem como aquelas derivadas do uso e posse da terra, tecnologias, processos de trabalho, políticas públicas e privadas, culturas e comportamentos etc.

É decisivo para a compreensão do que se buscou fazer neste Programa não perder de vista que a abordagem metodológica adotada entende a realidade ambiental como totalidade, isto é, como processo global resultante de interação de esferas naturais e históricas de elementos bióticos, abióticos e sócio-econômico-culturais. Contudo, seja para efeitos práticos, referentes à identificação e intervenção sobre determinantes específicos da realidade ambiental, seja para efeitos analíticos, da ordem da classificação, exame, descrição e interpretação dos fenômenos, impunha-se algum procedimento parcelizador da totalidade, que identificasse seus elementos constitutivos principais e que também fosse capaz de síntese, de integração das diversas partes em que se o dividiu.

Esse procedimento metodológico, que, partindo da totalidade, a desdobra em seus elementos constituintes, para depois voltar a reintegrá-los num todo compreensivo e significativo, foi construído neste projeto a partir da seqüência seguinte:

- **1º momento:** a escolha do rio, a bacia do Rio Piracicaba, como complexo capaz de expressar o ambiente, como documento fundamental da realidade ambiental regional; isto é, a suposição básica foi que os principais processos naturais e antrópicos da região refletem-se, de variadas maneiras, e que traços significativos desses processos podem ser encontrados, medidos e interpretados a partir do exame de parâmetros físicos, químicos e biológicos das águas, sedimentos e comunidades faunísticas e florísticas presentes no rio.
- **2º momento:** tendo adotado o rio como corpo-testemunho da realidade ambiental, o segundo passo foi o agrupamento dos parâmetros e variáveis básicos que seriam medidos e interpretados. Para efeito de análise, agrupou-se o conjunto de aspectos mobilizados na compreensão da realidade ambiental regional e que tiveram o rio como documento-reflexo, em seis grandes blocos, que foram organizados sob a forma de matrizes: Matriz I (físico-química); Matriz II (biodiversidade); Matriz III (atividades antrópicas); Matriz IV (insumo-produto); Matriz V (intervenção ambiental); Matriz VI (desenvolvimento sustentável).

O tratamento quantitativo — o efetivo preenchimento das matrizes e a operacionalização de seus indicadores — não foi realizado inteiramente pelo projeto, isto é, nem todas as matrizes foram objeto de preenchimento e teste empírico.

Das seis matrizes, a IV (insumo-produto) foi preenchida tentativamente no trabalho de Ariaster B. Chimeli listado ao final deste relatório. Duas não foram preenchidas, a III (atividades antrópicas) e a VI (desenvolvimento sustentável). E três, a I (físico-química), a II (biodiversidade) e a V (intervenção ambiental), tiveram seus parâmetros básicos medidos, em parte ou integralmente, ainda que seus resultados não tivessem sido trabalhados nas matrizes.

Contudo, esse resultado incompleto, as lacunas no preenchimento e eventual *cálculo* das matrizes, não comprometeu o essencial do esforço metodológico perseguido pelo projeto, que basicamente procurou construir duas coisas: 1. buscar entender a realidade ambiental a partir de perspectiva interdisciplinar, isto é, que efetivamente incorporasse as dimensões naturais e sociais da realidade; 2. tornar viável um método de investigação que efetivamente integrasse as diversas disciplinas num todo coerente e operacionalizável.

Esses dois núcleos centrais da metodologia perseguida foram alcançados. Tanto a escolha do rio como testemunho quanto a construção das matrizes de componentes da realidade ambiental refletida pelo rio materializam um esforço metodológico que traz contribuição para os estudos ambientais entre nós.

- **3º momento:** finalmente, o terceiro momento é, de novo, sintético, recupera e articula as matrizes numa forma de organização dinâmica em que o rio como que se desdobra em três: o *rio atual*, fruto da ação antrópica expressa pela combinação das matrizes III, IV e V; o *rio natural*, uma abstração teórica, que toma os parâmetros físicos e químicos de suas nascentes, sua geoquímica bási-

ca, e projeta a sua biodiversidade potencial (matrizes I e II) levando em conta parâmetros teóricos para um rio com aquela geoquímica, com aquele gradiente de altitude, supondo cobertura vegetal original da bacia e sem nenhum impacto antrópico. Isto é, o *rio natural* seria o rio tal qual o primeiro colonizador teria encontrado, possível de ser reproduzido teoricamente a partir de parâmetros abstratos dados pela literatura pertinente. Finalmente, o *rio possível*, que é o rio que pode ser melhorado pela ação combinada de diversas intervenções, sintetizadas na matriz V', que é a matriz de intervenção ambiental modificada, sintonizada com o objetivo do desenvolvimento sustentável expresso pela matriz VI. Ou seja, o *rio possível* é a meta a ser perseguida tomando em conta sua situação atual, o *rio atual*, e a pura abstração teórica do *rio natural*.

AS MATRIZES E OS RIOS

O que se segue é uma exposição esquemática das matrizes e “rios” da metodologia do projeto. Como já foi dito, algumas dessas matrizes tiveram tratamento quantitativo rigoroso, como no caso da matriz IV. Outras, como a V, têm como parâmetros apenas variáveis passíveis de ordenação ou de atribuição de intensidade ou presença-ausência. Desse modo, a leitura correta das matrizes e dos *rios-síntese* implica entender todo o conjunto como um roteiro compreensivo e abrangente da realidade ambiental, organizado de tal forma que seus elementos principais estão explicitados, bem como suas interações substantivas. Trata-se, nesse sentido, de um instrumento metodológico dotado de plasticidade suficiente para ser adaptado a diversos contextos, realizando assim a mais essencial das características de qualquer metodologia que pretenda alguma universalidade.

Por fim registre-se que essa proposta metodológica é o primeiro resultado de um processo em curso, que será certamente modificada em função de novos estudos e críticas que a venham motivar.

A ARTICULAÇÃO DOS PARÂMETROS: AS MATRIZES DE INTEGRAÇÃO

A Matriz Físico-Química (I)

A Matriz de Biodiversidade (II)

A Matriz de Atividades Antrópicas (III)

A Matriz de Insumo-Produto (IV)

A Matriz de Intervenção Ambiental (V)

A Matriz de Desenvolvimento Sustentável (VI)

A SÍNTESE: OS TRÊS RIOS

O Rio Natural → RN = f (I, II)

O Rio Atual → RA = g (RN, III, IV, V) ⇒ g' (I', II')

O Rio Possível → RP = h (RA, V') ⇒ h'(III', IV') ⇒ h''(I'', II'') ⇔ w (VI)

Sendo que: RN > RP > RA

Nessa notação, as matrizes que levam o sinal que indica o apóstrofo, as linhas colocadas acima e à direita dos números em algarismos romanos, são matrizes modificadas, isto é, resultantes de intervenções ambientais que alteram suas condições originais.

O *rio natural*, *RN*, é o rio considerado como anterior às atividades antrópicas. Ele é uma abstração teórica construída a partir de parâmetros atribuídos pela literatura científica para águas com aquela geoquímica e condição natural. Trata-se, nesse sentido, de construir um artifício analítico-comparativo que permita atribuir o “máximo de biodiversidade possível” para um rio com aquelas condições naturais, supondo a ausência de atividades antrópicas.

Esse artifício teórico permite estabelecer numa espécie de horizonte de qualidade ambiental que balizará os esforços de modificação da intervenção ambiental sintetizados na matriz *V'*, que é a da intervenção ambiental modificada, em sintonia com o objetivo de desenvolvimento sustentável.

O Rio Natural é assim tomado como realidade físico-química-biótica, expressa pelas matrizes *I* e *II*, isto é, a realidade físico-química-biótica do rio, idealmente considerado, sem qualquer impacto antrópico, representando, portanto, a fronteira potencial máxima de qualidade ambiental do rio, dadas as suas características naturais.

O *rio atual*, *RA*, é o rio natural sobre o qual se aplica certo conjunto de atividades antrópicas (matriz *III*), segundo certa matriz tecnológica (matriz *IV*), informada por uma determinada consciência-prática ambiental expressa na matriz *V*, resultando daí o rio tal como foi detectado pelas pesquisas de campo realizadas e que estão sintetizadas nas matrizes *I'* e *II'*, que representam respectivamente a realidade físico-química e biótica do rio hoje.

Por definição a qualidade ambiental do rio atual é inferior à qualidade ambiental do rio natural, isto é, $f(I, II) > f(I', II')$. Nesse passo, é incorporado à metodologia um elemento dinâmico que permite tanto avanços cognitivos quanto a construção de instrumentos de monitoramento — intervenção prática. Isso é dado pela construção da matriz *V'*, a matriz de intervenção ambiental modificada, que, incidindo sobre o rio atual, isto é, sobre as matrizes *III*, *IV*, modifica-as, transformando-as em *III'* e *IV'*, isto é, em atividades antrópicas comprometidas com a sustentabilidade, resultando disso um novo quadro físico-químico-biótico, expresso nas novas matrizes *I''* e *II''*, que têm qualidade ambiental superior às matrizes *I'* e *II'*. Essa nova realidade ambiental é sintetizada na matriz *VI*, Matriz de Desenvolvimento Sustentável, que expressa uma realidade ambiental superior ao quadro atual e permanentemente passível de modificação, de melhoria mediante monitoramento e intervenções sistemáticas, tomando em conta os parâmetros teóricos fornecidos pelas matrizes *I* e *II*.

As matrizes *I*, *II*, *III* e *IV* e suas respectivas variantes apresentam ao final uma indicação da possibilidade e dos elementos básicos que poderiam compor “índices” ambientais. No caso da matriz *I*, trata-se de índice efetivamente construído, cuja metodologia foi descrita no capítulo 8, e que aparece na matriz como Índice Físico-Químico.

A matriz *II* também apresenta ao final indicador-síntese, o Índice Biológico, cuja metodologia também está descrita no capítulo 8. A partir disso, é possível, como

função do Índice Físico-Químico e do Índice Biológico, chegar-se ao Índice de Qualidade da Água, que está ao final da matriz II.

A matriz III também pode ser sintetizada. Essa síntese aparece na matriz como Índice Sócio-Econômico. Existem várias aproximações a esse índice na experiência internacional, e uma das mais conhecidas é o Índice de Desenvolvimento Humano, criado pelo Banco Mundial.

Trata-se de tema controverso. Neste projeto procurou-se constituir um caminho metodológico que respondesse alguns dos questionamentos mais freqüentes às metodologias sobre montagens de índices, que é quanto à generalização indevida feita a partir deles, freqüentemente construídos com dados agregados e não-especializados, que acabam por apagar diferenças sociais, regionais, culturais e econômicas importantes.

Buscou-se, neste projeto, metodologia que conseguisse captar as especificidades ambientais locais sem perder de vista o contexto mais amplo, cotejando os resultados encontrados com as referências gerais pertinentes.

Ainda que um Índice Sócio-Econômico não tenha sido efetivamente medido, o projeto estabeleceu as bases metodológicas para a sua construção. A matriz V apresenta ao final esquema básico para a montagem do Índice de Qualidade Ambiental, que seria função do Índice de Efetividade da Intervenção Ambiental e suas incidências sobre os índices de Qualidade da Água e Sócio-Econômico.

O que se vai ler a seguir é uma apresentação da configuração básica das matrizes. Se uma delas, a IV (Insumo-Produto), tem possibilidade de preenchimento e tratamento quantitativo imediato, outras também permitem consolidação quantitativa imediata, como a matriz I' e a parte referente à biodiversidade aquática da matriz II'. Mas, com exceção da matriz IV, cuja metodologia é universal, todas as outras matrizes são passíveis de discussão e modificações em função das realidades em estudo.

Nesse sentido, o que fundamentalmente orientou a trajetória metodológica deste Programa foi a busca de um objeto-instrumento que permitisse a unificação de perspectivas — linguagens, conceitos —, que fosse, enfim, a estruturação das regras de um diálogo interdisciplinar. Foi exatamente isso que se conseguiu ao escolher o rio como objeto-testemunho e os desdobramentos analíticos descritivos construídos a partir da escolha dos parâmetros, da construção das matrizes e de sua unificação na *metodologia dos três rios*. É essa a contribuição metodológica original que este Programa vem oferecer à apreciação e crítica da comunidade científica e dos interessados na questão ambiental, na certeza de que esse é apenas o primeiro passo de um processo necessariamente coletivo e interativo.

MATRIZ FÍSICO-QUÍMICA

(I)

ASPECTOS		PARÂMETROS		
		ESTAÇÕES AMOSTRAIS	SUB-BACIAS	SÍNTESE
Hidrologia	Vazão			
	Turbidez			
	Barragens			
Físico-químico	pH			
	Alcalinidade			
	Condutividade			
	Oxigênio dissolvido			
	Eutrofização			
Clima	Temperatura			
	Chuvas			
	Umidade relativa			
	Ventos			
Relevo	Altitude			
	Perfil do fundo do rio			
Solos	Tipologia			
Subsolo	Tipologia			
Índice Físico-químico				

MATRIZ DE BIODIVERSIDADE

(II)

COMUNIDADES	TIPOLOGIA	PARÂMETROS	LOCALIZAÇÃO
Biodiversidade Aquática	Nécton		
	Fitoplâncton		
	Zooplâncton		
	Benton		
Biodiversidade Terrestre	Flora		
	Entomofauna		
	Mastofauna		
Índice Biológico			
Índice Físico-Químico			
Índice de Qualidade de Água			

MATRIZ DE ATIVIDADES ANTRÓPICAS

(III)

ASPECTOS		PARÂMETROS		BRASIL	PARÂMETROS GERAIS INTERNACIONAIS	PARÂMETROS SÍNTESE
		ESTAÇÕES AMOSTRAIS	SUB-BACIAS			
Urbanização e Infra-estrutura	Tempo de ocupação					
	Grau de urbanização					
	Densidade populacional					
	Transportes					
	Matriz energética					
	Telecomunicações					
	Índices sanitários					
	Padrões habitacionais					
	Padrões de urbanização					
Garimpo	Produto					
	Área ocupada					
	Produção					
	Mercados					
	Tecnologia					
	Efluentes					
	Controle ambiental					
	Impactos ambientais					
Renda/emprego						
	Produto					
	Área ocupada					
	Produção					

ASPECTOS	PARÂMETROS		BRASIL	PARÂMETROS GERAIS INTERNACIONAIS	PARÂMETROS SÍNTESE
	ESTAÇÕES AMOSTRAIS	SUB-BACIAS			
Mineração	Mercados				
	Tecnologia				
	Efluentes				
	Controle ambiental				
	Impactos ambientais				
	Renda/empregos				
Agropecuária	Produto				
	Área ocupada				
	Produção				
	Mercados				
	Tecnologia				
	Efluentes				
	Controle ambiental				
	Impactos ambientais				
Renda/empregos					
Siderurgia	Produto				
	Área ocupada				
	Produção				
	Mercados				
	Tecnologia				
	Efluentes				
	Controle ambiental				
	Impactos ambientais				
Renda/emprego					

ASPECTOS	PARÂMETROS		BRASIL	PARÂMETROS GERAIS INTERNACIONAIS	PARÂMETROS SÍNTESE
	ESTAÇÕES AMOSTRAIS	SUB-BACIAS			
Serviços	Produção				
	Mercados				
	Tecnologia				
	Efluentes				
	Controle ambiental				
	Impactos ambientais				
	Renda/emprego				
Outras	Produção				
	Mercados				
	Tecnologia				
	Efluentes				
	Controle ambiental				
	Impactos ambientais				
	Renda/emprego				
Índice Sócio-Econômico					

**MATRIZ DE INSUMO-PRODUTO
(IV)**

ATIVIDADES	AGRO-PECUÁRIA	MINERAÇÃO	INDÚSTRIA	SERVIÇOS	DEGRADAÇÃO AMBIENTAL
Agropecuária					
Mineração					
Indústria					
Serviços					
Custos de Degradação Ambiental					

**MATRIZ DE INTERVENÇÃO AMBIENTAL
(V)**

ASPECTOS	ESTAÇÕES AMOSTRAIS	SUB-BACIAS
Conflito Sócio-Ambiental	Intensidade	
	Resultados	
Normas Ambientais	Federal	
	Estadual	
	Municipal	
	Autônomas	
Tecnologia Ambiental	Privada	
	Pública	
	Comunitária	
	Individual	
Controle Ambiental	Políticas públicas	
	Programas empresariais	
	Programas comunitários	
Políticas de Recuperação Ambiental	Políticas públicas	
	Programas empresariais	
	Programas comunitários	
Políticas de Financiamento	Políticas públicas	
	Programas empresariais	
	Programas comunitários	
Índice de Efetividade da I. Ambiental		
Índice de Qualidade da Água		
Índice Sócio-Econômico		
Índice de Qualidade Ambiental		

MATRIZ DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

(VI)

ASPECTOS		MINAS GERAIS		BRASIL	PARÂMETROS INTERNACIONAIS	PARÂMETROS SÍNTESE
		ESTAÇÕES AMOSTRAIS	GERAL			
Urbanização	Qualidade sanitária					
	Habitabilidade					
	Disposição do lixo					
	Área verde					
População, Renda e Riqueza	PIB					
	População					
	Desemprego					
	Concentração de renda					
	Concentração da propriedade					
Educação	Analfabetismo					
Saúde	Leitos hospitalares					
	Mortalidade infantil					
	Estrutura de mortalidades					
	Doenças parasitárias					
	Doenças transmissíveis pela água					
	Doenças degenerativas					
	Doenças respiratórias					