



## A ÁGUA COMO INDICADOR PRINCIPAL DE SISTEMAS AMBIENTAIS

---

André Luiz Pinto

*Universidade Federal do Mato Grosso do Sul*

### **Resumo**

O funcionamento e a avaliação dos sistemas ambientais sempre intrigaram os pesquisadores, quer por divergências metodológicas ou filosóficas, quer por influência do contexto sócio-histórico. O presente artigo pretende contribuir com essa discussão e propor a água, através de seu ciclo, que se confunde com o ciclo de vida do planeta Terra, e conseqüentemente, do homem, como o centro das complexas interações dos componentes do sistema e seu qualificador maior. Baseando-se os sistemas ambientais na interação de dois grandes blocos o biofísico, que englobam os subsistemas natural e construído, e o sócio-organizacional, composto pelos subsistemas social e produtivo/não produtivo.

**Palavras-chave:** Sistemas ambientais, água, indicador de qualidade.

### **LA AGUA CON INDICADOR PRINCIPAL DE SISTEMAS AMBIENTÁIS**

---

### **Resumen**

La evaluación del sistemas ambientales siempre intrigarán los estudiosos, qué por divergencias metodológicas oí filosóficas, qué por influencia do contexto socio-histórico. Lo presiente artículo, pretende contribuir con esa discusión y propón el agua, atreves de lo sea ciclo, que se confunde con lo ciclo de la vida de lo planeta Tierra, y conseqüentemente, de lo hombre, con lo centró de las complexas interaccione de los componentes de lo sistema y sea calificador mayor. Bajeando-se en los sistemas ambientáis en la interacción del dios grandes blocas lo biofísico, que engloban los subsistemas natural y construido, y lo socioorganizacional, comperto por los sistemas productivo/no productivo.

**Palabras clave:** sistemas ambientáis, agua, indicador principal de calidad.

## INTRODUÇÃO

### Sistemas ambientais

A busca pelo entendimento detalhado das relações sociais, econômica, políticas e ambientais de uma determinada área, faz com que diversas pesquisas sejam desenvolvidas, a fim de desenvolver metodologias de análise.

A visão de mundo é construída a partir das experiências que cada indivíduo passou, das influências psicológicas, fisiológicas, sociais, ambientais, econômicas que transformam a personalidade e determinando a forma que cada um entende o mundo.

A abordagem sistêmica se caracteriza mais completa quando associada à visão holística. Já que a visão holística é a forma de interpretar a interação dos elementos ou das partes, buscando o entendimento da totalidade. Nessa perspectiva a totalidade vai depender da percepção e da visão de mundo do pesquisador.

Alves Mazzotti (1998) *apud* Petrocchi (1998) afirma que “a visão holística parte do princípio de que a compreensão do significado de um comportamento ou evento só é possível em função da compreensão das inter-relações que emergem de um dado contexto”.

De acordo com Capra (1982) *apud* Troppmair (2004) “devido a grande complexidade de inter-relações entre homem e natureza, entre fenômenos e elementos em seus diversos níveis, tais as estruturas organizacionais devem ser compreendidas dentro de uma concepção holística ou sistêmica”.

Enquanto a visão sistêmica parte do entendimento das unidades buscando a totalidade, a visão holística parte do todo para entender as partes, de forma que, quanto mais abrangente for a visão do pesquisador maior será a chance de compreensão desse todo. Associando essas duas visões consegue-se então compreender tanto o todo como as partes.

O objetivo de trabalhar com a visão sistêmica holística é compreender o sistema como um todo, estudando os elementos ou partes, buscando o entendimento a partir de variáveis do sistema, entendendo as seqüências dos processos que envolvem que são desencadeados por diversos fluxos de energia.

Segundo Bertalanffy (1975) *apud* Christofletti (1999) “O pensamento sistêmico surge, na biologia, a partir da consideração dos organismos vivos como totalidades integradas. A idéia de que a natureza funciona como um sistema, já era considerado pelos biólogos no início do século XX, mas foram às concepções de Ludwig von Bertalanffy de um sistema aberto e de uma Teoria Geral de Sistemas que estabeleceram o pensamento sistêmico no âmbito da ciência”.

“A Teoria Geral dos Sistemas trouxe uma importante contribuição para a teoria da organização e o exercício da administração e permitiu a unificação de conhecimentos, em um universo ilimitado de aplicação” (PETROCCHI, 1998). Desta forma, as análises que estudavam um aspecto de uma área (social, ambiental, econômico e política), puderam ser unidas numa mesma forma de análise, entendendo então as relações existentes nesse ambiente.

“A teoria geral dos sistemas afirma que cada variável, em um sistema, interage com as outras variáveis de forma tão completa que causa e efeito não podem ser separados. Uma única variável pode, ao mesmo tempo, ser causa e efeito. A realidade não permanecerá imóvel. Mas não pode ser desmembrada. Não será possível entender uma célula, a estrutura de um cérebro, a família, uma cultura ou o turismo se forem isolados de seus contextos. O relacionamento é tudo” (BENI, 2002).

A abordagem sistêmica vem se expandindo em todas as ciências, pela busca do entendimento de diversas questões.

Para tanto, é importante entender o significado do termo sistema. Capra (1996) salienta que a palavra sistema deriva do grego *synhistanai* (colocar junto). “Entender as coisas sistêmicas significa, literalmente, coloca-las dentro de um contexto e estabelecer a natureza de suas relações”.

Se pensarmos na visão sistêmica a partir do significado da derivação da palavra do grego, *synhistanai* (colocar junto) percebe-se que a busca desde o princípio, da utilização do termo sistema, era o entendimento das relações entre elementos que estão dentro de um mesmo contexto.

Tricart (1976) afirma que “o conceito sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas ambientais, definindo-o como: um conjunto de fenômenos que se processam, mediante fluxos de matéria e energia, e que esses fluxos originam relação de dependência mútua entre fenômenos”.

“Pode-se definir sistema como um conjunto de partes que interagem de modo a atingir um determinado fim, de acordo com um plano ou princípio; ou conjunto de procedimentos, doutrinas, idéias ou princípios, logicamente ordenados e coesos com intenção de descrever, explicar ou dirigir o funcionamento de um todo” (BENI, 2002).

Já Bertalanffy (1975) apud Christofolletti (1999) define um sistema como “um complexo de elementos em interação”, fazendo com que um sistema seja sempre mais que a soma de suas partes porque estas relações são diferentes dentro do sistema.

“Sistema também pode ser definido como uma área ou região onde a energia, os

materiais e população fluem, em maior medida, no seu interior do que fora dela (ou seja, entrando ou saindo). Este é um dado essencial para um sistema possa ser dimensionado. Além das variadas dimensões, os sistemas também possuem dinâmicas próprias e, portanto, não poderão ser compreendidos sem o entendimento de sua composição integrada com a dinâmica das variáveis que sobre ele atuam” (FARIA e CARNEIRO, 2001).

Segundo Haigh (1985) apud Christofolletti (1999) “Um sistema é uma totalidade que é criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas interrelações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não se encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas. Não se trata somente da soma das partes, mas sim da totalidade a partir das relações estabelecidas no sistema”.

Desta forma, segundo Capra (1996), a visão sistêmica tem em comum uma série de critérios:

a) O primeiro e mais geral afirma: “...é a visão de mudança das partes para o TODO ... as propriedades essenciais ou sistêmicas são propriedade do TODO que nenhuma das partes possui. Elas surgem das relações da Organização”.

b) Um segundo critério chave é: “A capacidade de deslocar a própria atenção de um lado para outro entre deferentes níveis sistêmicos... portanto, diferentes níveis sistêmicos representam níveis de diferentes complexidades” .

c) O terceiro critério afirma: “... as propriedades das partes não são propriedades intrínsecas, mas só podem ser entendidas dentro do contexto do TODO MAIOR ... aquilo que denominamos parte é um padrão numa teia inseparável de relações” .

“Para entender o sistema é necessário considerar que existem 03 princípios básicos de funcionamento de um sistema, a unidade, a totalidade e a complexidade” (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Como unidade pode-se entender os elementos ou partes do sistema. De acordo com Beni (2002):

A estrutura do sistema é constituída pelos elementos e suas relações, expressando-se através do arranjo de seus componentes. O elemento é sua unidade básica e o problema de escala é importante quando se quer caracterizá-lo. Em determinado nível de tratamento, as unidades do sistema são indivisíveis e consideradas entidades. Quando se deseja mudar o nível de

tratamento, passando para outra escala analítica, a unidade anteriormente discernida pode passar a ser considerada um sistema particular, em que se deve estabelecer seus componentes e suas relações. Conforme a escala que se deseja analisar, deve-se ter em vista que cada sistema pode ser um subsistema (ou elementos), ao se procurar analisar a categoria de fenômeno em outro nível de abordagem, estabelecendo-se interpenetração e alinhamento hierárquico.

A totalidade é o conjunto de elementos ou conjunto das partes de um sistema, considerando o ambiente como um todo.

A complexidade não refere-se a algo complexo, no sentido de complicado, mas sim, no que tange a quantidade de elementos do sistema e a forma e intensidade da interação destes, considerando a complexidade a partir das variáveis do sistema. Neste sentido, a complexidade vai apresentar não somente a soma desses elementos, como também a hierarquia e o peso que cada um tem no sistema. Analisando também a hierarquia de complexidade do sistema se comparado com outros sistemas ou no contexto dos sistemas que estabelece relação ou que este esta inserido.

Segundo Mattos e Perez Filho (2005) “a relação sociedade-natureza, segundo o paradigma da complexidade, pode ser representada como sistemas com organização dinâmica de funcionamento e especificidades próprias de cada um, ao se inter-relacionarem, formam um sistema de maior nível hierárquico”.

Na busca pelo entendimento da complexidade da realidade e de sua estrutura organizacional Capra (1982) apud Mattos e Perez Filho (2005) afirma que “deve-se compreender o mundo enquanto um sistema em constante mudança e evolução, que se caracteriza principalmente pelas infinitas inter-relações dinâmicas entre seus elementos constituintes”.

Chorley e Kennedy (1971) apud Troppmair (2004) “O mundo real pode ser encarado como um conjunto constituído de sistemas interligados em várias escalas e complexidades que estão aninhados e interligados entre si formando um sistema de hierarquia”.

Tricart (1976) “Cada um dos fenômenos incorporados num sistema, geralmente pode ser analisado, ele mesmo, como um sistema. Convencionalmente denomina-se subsistema. Nesse sentido o sistema poderá apresentar subsistemas de acordo com a escala que se deseja analisar”.

Buscando o entendimento da complexidade do sistema, vale ressaltar que o sistema é composto por matéria e energia conforme enfatiza Beni (2002) “quando

afirma que depois da matéria, a energia constitui o segundo elemento de maior importância na composição dos sistemas; a esta corresponde as funções que fazem o sistema funcionar, gerando a capacidade de realizar trabalho. Todos os processos atuam em função da energia que lhes é fornecida, que pode ser potencial ou cinética”.

Desta forma, a composição básica do sistema se dá a partir da matéria e da energia. A matéria corresponde ao material que vai ser mobilizado através do sistema, e a energia corresponde às forças que fazem o sistema funcionar, gerando a capacidade de realizar trabalho e/ou transformações na matéria. Assim, é importante a compreensão dos fluxos de energia, tanto os internos como os externos, que influenciam no sistema como um todo, e promovem alterações nos elementos.

É importante salientar que todo sistema aberto apresenta entrada e saída de matéria e energia. Para Christofolletti (1980), cada sistema é alimentado por determinado tipo de entrada, denominada *input*. As entradas recebidas pelo sistema sofrem transformações em seu interior e, depois, são encaminhadas para fora, sendo assim, todo produto fornecido pelo sistema representa um tipo de saída chamada *output*.

Faria e Carneiro (2001) salientam que a abordagem sistêmica impõe alguns requisitos para que possa ser eficiente na representação do sistema, sem o que não conseguimos identificar as variáveis que nele atuam e, menos ainda, as relações entre elas; sem isso, não será possível acompanhar seu funcionamento e corrigir desvios que possam comprometer a sua atuação adequada. Como requisito essencial para a abordagem sistêmica pode-se identificar:

- A. Determinar se a região é ou não um sistema (onde é maior o fluxo interno de energia, materiais ou população);
- B. Estabelecer a abrangência do sistema (quais são seus limites);
- C. Determinar as limitações do sistema (capacidade de suporte do meio ambiente);
- D. Conhecer a dinâmica do sistema (interações e temporalidade das variáveis que nele atuam);
- E. Descobrir as conexões do sistema com outros sistemas (relações entre sistemas);
- F. Determinar se o sistema tolera as atividades que se pretende realizar (resistência).

Vários autores buscam entender quais requisitos ou estruturas básicas de um sistema. Beni (2002) apresenta a estrutura que o sistema deve ter:

- Meio ambiente – conjunto de todos os objetos que não fazem parte do sistema em questão, mas que exercem influências sobre a operação do mesmo;
- Elementos ou unidades – as partes componentes do sistema;
- Relações – os elementos integrantes do sistema encontram-se inter-relacionados, uns dependendo dos outros, através de ligações que denunciam os fluxos;
- Atributos – são as qualidades que se atribuem aos elementos ou ao sistema, a fim de caracterizá-los;
- Entrada (*input*) – constituída por aquilo que o sistema recebe. Cada sistema é alimentado por determinado tipo de entradas;
- Saída (*output*) – produto final dos processos de transformação a que se submete o conteúdo da entrada;
- Realimentação (*feedback*) – processo de controle para manter o sistema em equilíbrio;
- Modelo – é a representação do sistema. Constitui uma abstração para facilitar o projeto e/ou análise do sistema. É utilizado por dois motivos básicos: porque simplifica o estudo do sistema, permitindo a análise de causa e efeito entre os seus elementos para conclusão de maior precisão; e pela impossibilidade de abranger a complexa totalidade das características e aspectos da realidade objeto de estudo.

Fale ressaltar que o modelo é peça fundamental para o entendimento da estrutura e dinâmica do sistema.

“Quando se conceituam os fenômenos como sistemas, uma das principais atribuições e dificuldades está em identificar os elementos, seus atributos (variáveis) e suas relações, a fim de delinear com clareza a extensão abrangida pelo sistema em foco” (CHRISTOFOLETTI, 1999). A partir dessa afirmação, percebe-se então a importância da modelagem de sistemas, já que o modelo propicia o entendimento do sistema.

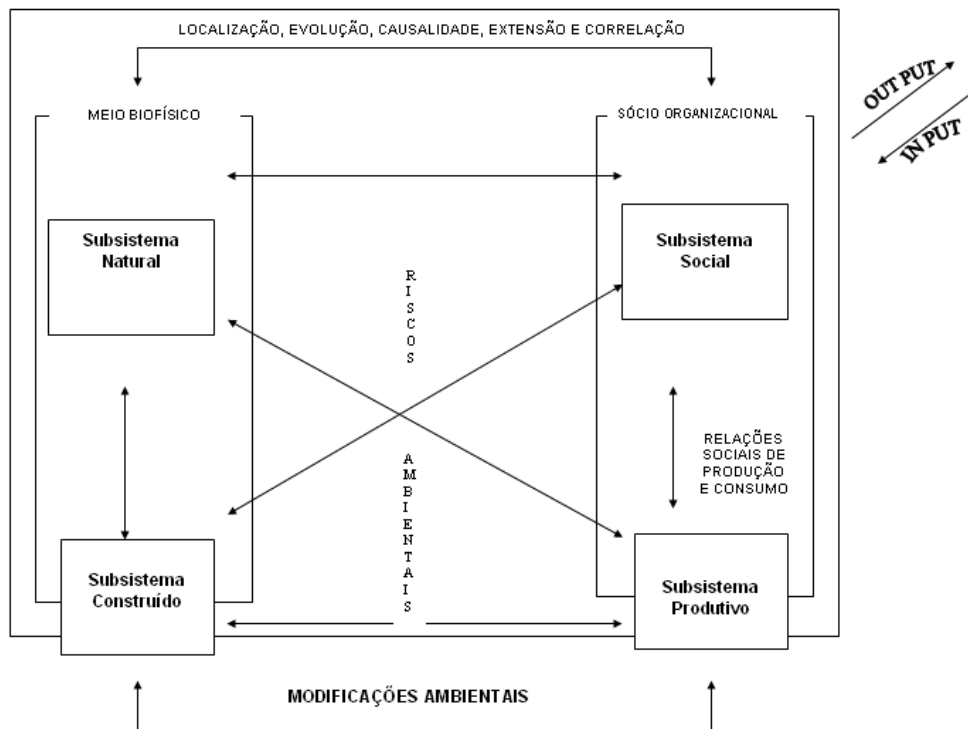
Para Chistofoletti (1999) “os modelos procuram sintetizar os sistemas e tem como finalidade fornecer quadro global da totalidade do sistema, estabelecendo o grau de conhecimento sobre as partes componentes, interação entre os elementos e funcionamento interativo entre os in puts e out puts do sistema. O objetivo é

compreender o sistema como um todo em vez de se basear no estudo detalhado de elementos individuais do sistema ou numa determinada seqüência encadeante dos processos envolvidos em uma categoria de fluxo”.

O modelo tem sua construção baseada em informações obtidas da realidade através da observação e/ou da medição. É dessa forma, o instrumento mais útil para o estudo de sistemas. Afirma-se que a ciência será tanto mais exata quanto maior for a correspondência entre os modelos que usa e a realidade.

“As informações inseridas no modelo devem ser tratadas quantitativa e qualitativamente, representando não somente a predominância de um ou outro elemento no sistema, como também a forma como este se apresenta, analisando o peso, a reincidência neste no sistema, a correlação com outros elementos, etc. Para tanto, existe a necessidade de coleta de dados, que pode ser operacionalizada tendo como instrumento a percepção” (TUAN, 1980).

Desta forma, propõe-se o Modelo Simplificado de Análise Sistêmica (Figura 1).



**Figura 1.** Modelo Simplificado de Análise Sistêmica



O modelo é dividido em dois grandes blocos, o meio biofísico e o sócio organizacional e em 04 subsistemas, o social, o produtivo, o natural e o construído (PINTO et al., 2005)

O meio biofísico é resultante da interação entre o subsistema natural, que compreende as características naturais do sistema, como a geologia, geomorfologia, clima, vegetação, hidrografia, etc., e o construído, representando as edificações e infra-estruturas: de acesso, sanitária, de comunicação, domiciliar, produtiva, de educação, etc.

No segundo bloco, o sócio organizacional é resultante da interação entre o subsistema social, que abrange informações referentes aos proprietários, funcionários, turistas e estudantes, buscando dados sobre escolaridade, idade, sexo, renda, cultura, etc. E o subsistema produtivo, que compreende informações referentes às atividades econômicas, como a agricultura, pecuária, suinocultura, ovinocultura, turismo; o modo e as relações sociais de produção e as atividades não-econômicas.

Mesmo existindo no sistema a divisão entre o meio biofísico e o sócio organizacional, existe uma correlação entre todos os subsistemas, não impedindo assim que existam relações entre os subsistemas de blocos diferentes. A partir dessas relações ocorrem modificações ambientais.

Mattos e Perez Filho (2005) dividem o sistema em 02 subsistemas, o subsistema físico-natural (natureza) e o subsistema socioeconômico (sociedade). Essa divisão é baseada a partir da idéia de (CHRISTOFOLETTI, 1999). “Nessa inter-relação, o subsistema físico-natural funciona como suporte para as atividades humanas, fornecendo as potencialidades e limitações dentro das quais estas atividades podem ser desenvolvidas” (CHRISTOFOLETTI, 1987). “Já o subsistema socioeconômico pode impor mudança ao subsistema físico-natural conforme a sociedade transforma suas propriedades geológicas em recursos naturais dos quais se apropria” (PINTO et al., 2005).

Mattos e Perez Filho (2005) ainda afirmam que “com as inovações tecnológicas, é possível a sociedade alterar os limites e potencialidades do subsistema físico-natural”.

A proposta de análise sistêmica de Mattos e Perez Filho (2005) vem de encontro com base da interpretação do modelo de análise sistêmica holística que se propõe no presente trabalho.

Para analisar o funcionamento e a dinâmica dos sistemas, propõe-se a utilização de 5 princípios de análise, apontados por Silva e Souza (1996): Localização, extensão, correlação, evolução e causalidade. Todos esses princípios referem-se tanto aos elementos, quanto ao sistema em si.

Não há um fenômeno sem uma localização no tempo e no espaço. A partir da localização dos elementos ou partes de um sistema, pode ser feitas relações de acordo com o arranjo espacial em que se encontram, e de acordo com a localização do próprio sistema pode-se entender o contexto em que o mesmo se insere e as relações que podem ser estabelecidas com um sistema maior e com sistemas adjacentes (*input* e *output*).

A extensão corresponde ao espaço que o elemento ou o sistema ocupa, compreendendo a extensão consegue-se identificar alguns aspectos, como o peso (relevância para o sistema) e características desses elementos no sistema, e a partir da extensão do sistema, pode-se mensurar o tamanho do mesmo, assim como o espaço que este ocupa e a importância dentro de um sistema maior e comparar com outros sistemas.

A correlação acontece a partir das relações entre as variáveis internas e entradas e saídas de energia do sistema quando estabelece interações com sistemas vizinhos, entendendo então os fluxos de energia.

Para análise do sistema é importante entender que não há condição estática absoluta na natureza, isto é, todos os fenômenos estão em constante modificação. Partindo disso, a evolução corresponde às modificações ocorridas ao longo do tempo, sendo que da compreensão dessa evolução pode-se dar a partir de vários aspectos do presente, buscando no passado informações que justifiquem as características atuais e a partir desta análise planejar e gerir de forma mais adequada o sistema pensando no futuro.

O próprio termo causalidade já indica a análise de causa e efeito dentro do sistema, entendendo então os fluxos de energia, partindo do princípio de que as relações de causa e efeito, desencadeiam uma malha de ligações entre os fenômenos.

Os *inputs* (entradas) e *outputs* (saídas) do sistema vão variar de acordo com a área e as variáveis de análise do sistema.

## **BACIA HIDROGRAFICA COMO UNIDADE DE ESTUDO**

Os limites de um sistema podem ser político-institucionais ou naturais (físicos). O limite proposto no modelo de sistema acima apresentado é político-institucional, podendo ser delimitado baseando-se em limites político-administrativos, como o caso de um município, estado ou país, ou até mesmo a nível institucional e empresarial, tratando da questão de mercados e abrangência das relações de uma instituição, sendo que esses limites estão ligados a territorialidade (relações de poder e identidade) da área de abrangência do sistema. O limite natural (físico), está ligado aos limites que a própria natureza estabelece, considerando

aspectos físicos da área, como é o caso de bacias hidrográficas, que tem limites a partir dos recursos hídricos, outra forma de delimitação natural é por características da vegetação, ou da geomorfologia e geologia, etc.

Conforme afirma Espíndola (2000) “A bacia hidrográfica corresponde a um sistema biofísico e sócio econômico, integrado e interdependente, contemplando atividades agrícolas, industriais, comunicações, serviços, facilidades recreacionais, formações vegetais, nascentes córregos e riachos, lagoas e represas, enfim todos os habitats e unidades da paisagem. Seus limites são estabelecidos topograficamente pela linha que une os pontos de maior altitude e que definem os divisores de água entre uma bacia e outra adjacente”.

Portanto, como ressalta Botelho (1999) “os limites da bacia hidrográfica corresponde à área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de águas, porém, recebem intensa interação e troca de energia e matéria com outros sistemas”.

A forma de delimitar um sistema não determina de que forma a análise vai se dar, se os limites de um sistema são determinados pelos aspectos naturais, isso não exclui a necessidade de análise dos aspectos sociais, produtivos e construídos do sistema. A forma de delimitação de um sistema se da a partir do tipo de análise que se pretende fazer.

Para Christofolletti (1980) “a bacia de drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem, definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial. A quantidade de água que atinge os cursos fluviais está na dependência do tamanho da área ocupada pela bacia, da precipitação total, de seu regime climático, e das perdas devidas a evapotranspiração e à infiltração”.

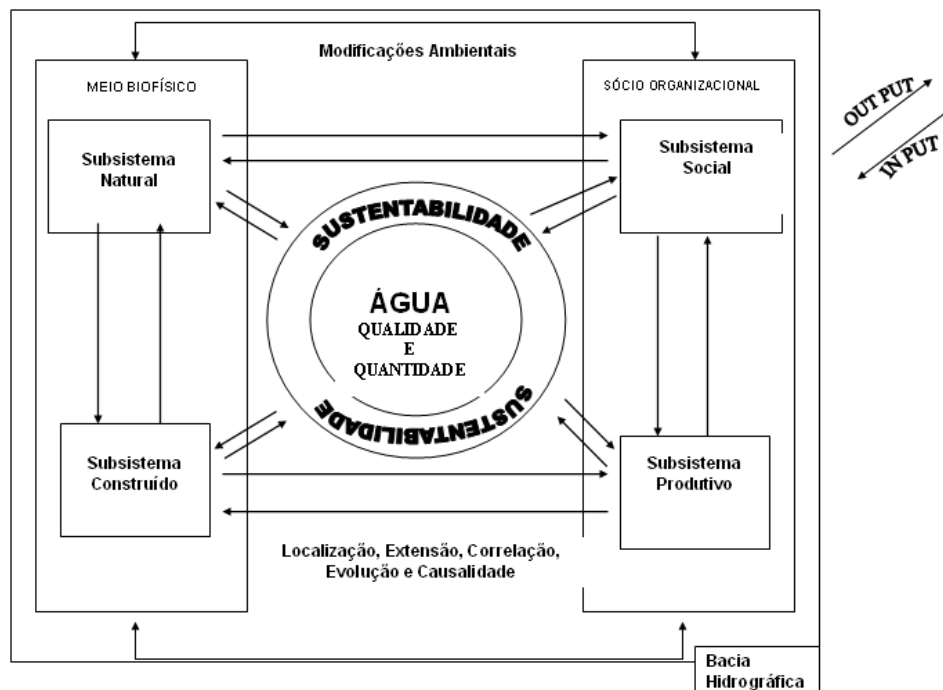
## **BACIA HIDROGRAFICA COMO UNIDADE DE ESTUDO**

Desta forma, se toda a água é drenada para o canal principal da bacia hidrográfica, pode-se entender a dinâmica dessa bacia a partir da qualidade da água, utilizando-se a água como indicador de qualidade ambiental (Figura 02).

Espíndola (2000) “ressalta que a bacia hidrográfica tem sido adotada internacionalmente como unidade físico-territorial básica para o planejamento e a gestão de recursos naturais, principalmente hídricos. Sendo a água de um manancial o resultado da drenagem de sua bacia, sua qualidade e, portanto, suas características físicas, químicas, biológicas e ecológicas encontram-se sempre na dependência direta das ações (uso e ocupação) que se realizam no solo dessa bacia, bem como o grau de controle que se tem, sobre essas fontes”.

Assad e Sano (1993) “salienta que é de fundamental importância o estabelecimento de uma unidade básica de planejamento no que diz respeito aos parâmetros ambientais e objetivos que se desejam atingir em uma determinada região, sendo neste caso a bacia hidrográfica a unidade básica ideal”.

Propõe-se então o Modelo de Análise Sistêmica de Bacia Hidrográfica, tendo-se com indicador principal a qualidade e a quantidade de suas águas superficiais e subterrâneas.



**Figura 2.** Modelo de Simplificado de Análise de Qualidade Ambiental de Bacias Hidrográficas.

No Modelo de Simplificado de Análise de Qualidade Ambiental de Bacias Hidrográficas, tem como princípio de funcionamento e análise, que a água interage com todos os elementos do sistema em níveis diferentes, retratando na sua qualidade e quantidade os indicadores desse sistema. Contribuindo para Subsidiar o seu planejamento e gestão, pois a medida que o sistema hidrográfico se encontra equilibrado (equilíbrio dinâmico), entre os fluxos de energia e matéria/resistência, o sistema encontra-se em clímax e alcançou-se a sua sustentabilidade.

Para Tundisi (2003) pode-se avaliar o grau de desenvolvimento de uma sociedade pela preocupação que está tem pelos seus recursos hídricos. A água doce de boa

qualidade, elemento essencial à vida, que cada dia que se passa se torna cada vez mais escasso no planeta, pondo em risco não apenas a sobrevivência de ecossistemas mais da própria raça humana.

“A utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento tem sido adotada em inúmeros estudos recentes em todo o país e os resultados obtidos têm reforçado a idéia de que esta é a abordagem mais adequada para diferentes tipos de estudo, planejamento e aplicações práticas” (ESPÍNDOLA, 2000).

Espíndola (2000) ainda afirma que “o uso da bacia hidrográfica como unidade de planejamento nas investigações e no gerenciamento dos recursos hídricos originou-se da percepção de que os ecossistemas aquáticos são essencialmente abertos, trocam energia e matéria entre si, com os ecossistemas terrestres adjacentes, sofrem alterações de diferentes tipos em virtude dos usos do solo e das atividades antropogênicas nele desenvolvidas”.

Assim, a bacia hidrográfica é uma ótima unidade de estudo e planejamento se pensarmos na questão da qualidade ambiental e sustentabilidade do sistema.

A busca pela sustentabilidade deve ser baseada em questões muito mais amplas do que somente a preocupação pela utilização dos recursos naturais e culturais, mais sim, em sua totalidade, ou seja, a partir da complexa interação dos subsistemas produtivo, social, construído e natural.

Nishiyama (1998) salienta que “o estudo ambiental, objetivando uma situação de equilíbrio no fluxo de matéria e energia entre os meios físico, biótico e antrópico, em outras palavras, uma condição de sustentabilidade (no sentido ambiental e não somente antopocêntrico), não pode ser implementado sem o conhecimento das características do meio ambiente (quanto as suas inter-relações entre os meios que o compõem, aos seus limites de tolerância, aos processos geológicos e biológicos em curso e, por fim, aos vários níveis de informações necessários)”.

O termo gera intensa discussão desenvolvimento sustentável. Muitos pesquisadores acreditam que o termo cai no descrédito simplesmente pela contradição do termo “desenvolvimento” e “sustentável”, já que o significado de um se opõe ao outro, pois epistemologicamente o termo desenvolvimento implica na transformação sócio-econômica com ganhos sociais coletivos e o termo sustentável implica na manutenção e/ou preservação. Por essa ótica, discute-se que não existe exploração de recursos (apropriação da natureza e da sociedade) sem impactação ambiental.

A ONU (1987) afirma que “o desenvolvimento sustentável foi proposto como modelo que pode ser útil na criação do estímulo para a mudança estrutural da sociedade, um modelo que deverá se desviar de um foco estritamente socioeconômico para outro diferente, em que o desenvolvimento alcance as

metas do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer suas próprias necessidades”.

Por essa ótica, o desenvolvimento sustentável é a busca por atividades que otimizem o uso dos recursos, promovendo a inclusão social e cultural, minimizando os impactos ambientais diretos e indiretos.

Segundo Norton (1992) apud Faria e Carneiro (2001) “A sustentabilidade é uma relação entre sistemas econômicos dinâmicos e sistemas ecológicos maiores, também dinâmicos e que, no entanto, modificam-se mais lentamente, de tal forma que a vida humana pode continuar indefinidamente, os indivíduos podem prosperar e as culturas humanas podem desenvolver-se – mas, também, uma relação na qual os efeitos das atividades humanas permaneçam dentro de limites que não deterioram a saúde e a integridade de sistemas auto-organizados que fornecem o contexto ambiental para estas atividades”.

Segundo Voinov (1999) apud Faria e Carneiro (2001) “A sustentabilidade não implica, tão somente, o manejo do subsistema ecológico, mas, também, a moldagem dos objetivos sociais de maneira adaptativa. Um pré-requisito importante para a sustentabilidade é o balanço entre o desejo da sociedade e as capacidades ecológicas”.

“Considerar a sustentabilidade somente do ponto de vista ecológico é um erro tão grave quanto restringi-la ao econômico ou ao social ou ao cultural. A longo prazo, nada se sustenta por parte, mas no todo. E trabalhar com o todo – minimamente sustentabilidade ecológica, econômica, social e cultural – implica em conhecer e integrar as partes, daí a importância da abordagem sistêmica porque representa objetivamente os constituintes e suas relações” (FARIA e CARNEIRO, 2001).

“Os principais problemas envolvidos na sustentabilidade referem-se à falta de consciência dos limites para o desenvolvimento e à desconsideração da dinâmica interna dos sistemas, podendo apontar a perspectiva sistêmica como via para um plano de gestão bem-sucedido” (FARIA e CARNEIRO, 2001).

“A significância e a valorização a respeito do meio ambiente estão relacionados com a visão de mundo imperante em cada civilização, apresentando inclusive nuança em seus segmentos sócio-econômicos. Por essa razão, o relacionamento entre homem e o meio ambiente possui variações de região para região e ao longo da história. Formação dessa estrutura conceitual realiza-se de modo difuso ou sistematizado, envolvendo os conhecimentos do senso comum, o religioso, o filosófico e o científico” (CHRISTOFOLETTI, 1999).

“Qualquer atividade humana realizada neste planeta sempre acarretará um impacto. No turismo não seria diferente, porém há algumas ressalvas. A palavra impacto normalmente é relacionada a transformações e não raro a idéia de destruição. Há casos no turismo em que o impacto causado numa área já

degradada e com vocação turística promove sua recuperação/proteção. Também deve-se considerar que o meio ambiente é muito importante e, se for degradado, comprometerá a atividade turística na área”(CRISOSTOMO, 2004).

A sustentabilidade ambiental deve ser trabalhada como princípio filosófico em busca da interação ambientalmente equilibrada, que gerem reduzidos impactos negativos, que otimize seu do ambiente e que as ações antropicas gerem benefícios e bem estar social a todos.

## REFERÊNCIAS

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura. Planaltina: EMBRAPA, 1993.

BENI, M.C. Análise Estrutural do Turismo – 7ª ed. – São Paulo: Ed. SENAC, 2002.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em bacia hidrográfica. In: Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. Antônio José Teixeira Guerra et al. (org.). Rio de Janeiro: Bertrand, 1999. P. 268-300.

CAPRA, F. A Teia da Vida. São Paulo: Cultrix, 1996.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo, Edgard Blücher, 2ª edição, 1980.

\_\_\_\_\_. A Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física. In: Boletim de Geografia Teorética. Rio Claro, V. 16-17, n. 31-34, p.119-128, 1987.

\_\_\_\_\_. Modelagem de Sistemas Ambientais, São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1999.

CRISOSTOMO, F. R. Turismo e Hotelaria. São Paulo: DCL, 2004.

ESPÍNDOLA, E.L.G. et. al. – A Bacia Hidrográfica do Córrego Monjolinho. RIMA. USP- Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2000.

FARIA, D. S.; CARNEIRO, K. S. Sustentabilidade Ecológica no Turismo – Brasília, Ed. UNB – Universidade de Brasília, 2001.

MATTOS, S. H. V. L. de; PEREZ FILHO, A. Inter-relações entre sistemas físico-natural e sócio-econômico e qualidade ambiental na bacia hidrográfica do córrego do Piçarrão (Campinas – SP). Anais do XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. USP, 2005.

NISHIYAMA, L. Procedimentos de mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais do meio físico, em escala 1:100.000: aplicação no

município de Uberlândia – MG. Escola de engenharia de São Carlos, Campus de São Carlos, 1998.

ONU – Comissão Mundial de Meio Ambiente. Desafios da Sustentabilidade. New York, 1987; 234p.

PETROCCHI, M. Turismo – Planejamento e Gestão. São Paulo: Futura, 1998.

PINTO, A. L.; CARVALHO, E. M. de; SILVA, P. V. Contribuição do subsistema biofísico e socioeconômico no planejamento territorial e gestão ambiental da bacia do Córrego Fundo. In: Anais VI Encontro Nacional da ANPEGE. UFC. Fortaleza. 2005.

SILVA, J. X., SOUZA, M. J. C. Análise Ambiental. Editora da UFRJ – Rio de Janeiro, 1996.

TRICART, J. A. A Geomorfologia nos Estudos Integrados de Ordenação do Meio Natural. In: Boletim Geográfico. Rio de Janeiro, out./dez, 1976.

TROPPEMAIR, H. Sistemas – Geossistemas – Geossistemas Paulistas - Ecologia da Paisagem. Editora da UNESP, Rio Claro – SP, 2004.

TUAN, Y.-F. Topofilia – Um estudo da percepção, Atitudes e Valores do Meio Ambiente. DIFEL. São Paulo, 1980.

TUNDISI, J. G. Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez. Editora RIMA. São Paulo, 2003: 247 p.

Contato com o autor: [andreluiz@ceul.ufms.br](mailto:andreluiz@ceul.ufms.br)

Recebido em: 27/11/2009

Aprovado em: 14/08/2010