

CAPITAL NATURAL CRÍTICO: A OPERACIONALIZAÇÃO DE UM CONCEITO

Valdir F. Denardin*
Mayra T. Sulzbach**

Resumo:

Os recursos naturais, água, ar e solo, podem ser considerados um capital, capital natural, que disponibilizam um fluxo de bens e serviços para manter ou elevar o bem-estar da sociedade, no presente e no futuro. No entanto, as atividades produtivas e de consumo humanas causam interferências nos recursos naturais e estes podem passar de capital natural para capital natural crítico, ou seja, o capital natural deixa de cumprir certas funções ambientais que em condições normais cabe a ele disponibilizar e que não podem ser substituídas. O presente artigo tem como objetivo apresentar uma metodologia que permite identificar a importância do capital natural (água, ar, solo etc.) para a sociedade, bem como identificar se um determinado capital natural pode vir a ser considerado um capital natural crítico. Além disso, faz-se uma proposição de aplicação da metodologia para o caso dos recursos hídricos, capital natural água.

Palavras-chave: Capital Natural, Capital Natural Crítico, Recursos Hídricos.

1. INTRODUÇÃO

No passado, quando os recursos naturais eram abundantes, não havia grandes preocupações por parte da sociedade quanto à sua possível exaustão, bem como sua saturação em receber resíduos (dejetos). Com o constante uso para atender a uma população crescente, alguns recursos naturais mostram-se, atualmente, próximos da exaustão. Além disso, com o crescimento da população, a demanda por bens e serviços aumenta e, conseqüentemente, torna-se necessário construir mais fábricas, explorar intensivamente o solo na produção de alimentos que, em conjunto com os dejetos humanos, contribuem para a constante e crescente degradação ambiental.

O meio ambiente, considerado o entorno natural, composto por água, ar e solo, disponibiliza funções de extrema importância para elevar e/ou manter a qualidade de vida da sociedade humana. Primeiro, é o local físico onde suas atividades são realizadas; segundo, é fonte provedora de recursos (renováveis e exauríveis) e amenidades ambientais, por exemplo:

* Economista, Doutor em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – CPDA/UFRRJ e Professor da UNOCHAPECÓ - SC. valdirfd@yahoo.com.br

** Economista, Doutoranda em Desenvolvimento Econômico pela Universidade Federal do Paraná – UFPR. mayrats@hotmail.com

clima e belas paisagens; por fim, atua como fossa que recebe e recicla os resíduos oriundos das atividades humanas.

O presente artigo tem como objetivo apresentar uma metodologia que permite identificar a importância do capital natural (água, ar, solo etc.) para a sociedade, bem como identificar se um determinado capital natural pode vir a ser considerado um capital natural crítico. Além disso, faz-se uma proposição de aplicação da metodologia para o caso dos recursos hídricos, capital natural água.

Além dessa introdução, a segunda parte do artigo apresenta, sucintamente, os quatro tipos de capital: natural, cultural, manufaturado e cultivado. Além disso, apresenta as funções ambientais do capital natural, ou seja, sua capacidade de prover bens e serviços para a sociedade, bem como se faz uma discussão sobre o conceito de capital natural crítico, salientando as diferentes dimensões da criticidade. A terceira parte apresenta duas propostas metodológicas para identificar capital natural crítico. A primeira, perspectiva ecológica, dá ênfase para a interferência humana nos ecossistemas; a segunda, por seu turno, trata-se da perspectiva humana (econômica), a qual enfatiza quais bens e serviços são mais críticos, necessários, para a sobrevivência e bem-estar da sociedade. Por fim, a última parte apresenta os passos a serem seguidos para aplicar a metodologia para o capital natural água (recursos hídricos).

2. A NATUREZA ENQUANTO CAPITAL NATURAL

O conceito de capital não difere-se entre alguns autores consultados. El Serafy (1991 *apud* DE GROOT *et al.*, 2003) o conceitua como sendo o estoque real de bens que possui o poder de produzir mais bens (ou utilidade) no futuro. Costanza e Daly (1992 *apud* HARTE, 1995) o definem como sendo o estoque que produz um fluxo de bens e serviços valoráveis no futuro e, por fim, Hintenberger *et al.* (1997) afirma que o capital capacita a sociedade para produzir bens e serviços, provendo riqueza e bem-estar. Tal conceito encontra-se relacionado com a produção de bens e serviços, os quais são úteis para sociedade.

Costanza *et al.* (1998), por seu turno, refere-se a "capital" como sendo o estoque de matéria ou informação disponível em determinado momento do tempo. O uso deste capital, individualmente ou em conjunto, possibilita um fluxo de serviços que pode ser empregado na transformação de materiais para aumentar o bem-estar da sociedade. O fluxo de serviços proveniente do uso do capital pode ou não deixar o estoque inicial intacto.

O "estoque de capital" de uma sociedade compreende o capital natural (florestas, minerais, água etc.), o capital manufaturado (máquinas, estradas, fabricas etc.), o capital cultural (visão de mundo, ética etc.) e o capital cultivado (reflorestamentos, plantações etc.). Estes quatro tipos de capital e suas respectivas interações são abordados na seqüência.

2.1 Os Quatro Tipos de Capital

2.1.1 Capital Natural (*natural capital*)

Uma das primeiras definições para capital natural foi apresentada por Daly (1991: 18) como sendo "o estoque que permite o fluxo de recursos naturais". Como exemplos de capital natural o autor cita as populações de peixes que permitem o fluxo de pescado, a floresta que permite o fluxo de madeira e o estoque de petróleo que permite o fluxo de óleo cru que é extraído.

Com o intuito de evidenciar que existe uma complementariedade entre o capital natural e o capital produzido pelo homem (*human-made capital*), Daly (*op. cit.*) e Costanza (1994), fazem as seguintes argüições: de que serve um barco de pesca sem as populações de peixes? Qual a utilidade das serrarias sem as florestas? Qual a importância de uma refinaria sem os estoques de petróleo? Ou seja, os autores buscam, com isso, reforçar a idéia de que o capital natural e o capital produzido pelo homem (capital manufaturado) são complementares e não substitutos.

Tais colocações são complementadas por Berkes e Folke (1992) ao admitirem que o capital natural, por meio dos bens e serviços derivados, é pré-condição para o desenvolvimento econômico. Para os autores, a engenhosidade humana não tem a capacidade de criar capital manufaturado sem o suporte do capital natural.

O'Connor (1999), por sua vez, menciona que capital natural é um conceito híbrido, uma vez que por um lado advém da economia e por outro da ecologia. Tal conceito ressalta a importância da qualidade ambiental, *resilience* e *integrity*, como pré-condições para o bem-estar da sociedade humana e sua sustentabilidade (econômica) no longo prazo. Perante tais colocações, capital natural, para O'Connor, constitui-se de "qualquer elemento ou sistema do mundo físico (geofísico e ecológico) que, diretamente ou em combinação com bens produzidos pela economia, fornecem materiais, energia ou serviços de valor à sociedade". Sua importância é inquestionável, uma vez que suporta toda atividade humana e aprovisiona, com bens e serviços, o mundo que nos mantém vivos.

Para autores como MacDonald et al. (1999) e Van Der Perk et al. (1998), capital natural¹ constitui-se de nosso ambiente natural, ou seja, é o estoque de recursos naturais ou ativos ambientais existentes (florestas, terras agriculturáveis etc.), que produzem um fluxo de bens e serviços úteis à sociedade. Capital natural, portanto, fornece toda espécie de funções (bens e serviços) que a sociedade humana pode converter em produtos úteis, os quais mantêm ou elevam seu bem-estar, no presente e no futuro.

Capital natural constitui-se de estoques de recursos naturais renováveis e não renováveis (biótico e abiótico). O "capital natural renovável", por sua vez, é produzido e mantido pelas funções e processos dos ecossistemas. São recursos que podem ser colhidos para a obtenção de bens, bem como podem permanecer na natureza para renderem um fluxo de serviços ecossistêmicos. Como principal característica apresentam capacidade auto-regenerativa, porém, sua exploração excessiva, superior a taxa de renovação/regeneração pode levar o recurso a exaustão. Referente ao "capital natural não-renovável", este é extraído dos ecossistemas pela sociedade humana para serem utilizados como matérias-primas nos diversos processos produtivos. Tais recursos apresentam uma capacidade regenerativa zero ou próxima a zero, como exemplo tem-se: petróleo, minerais etc. (Harte, 1995; Van Der Perk et al., 1998). É importante mencionar que para definir-se recursos naturais renováveis e não renováveis deve-se levar em consideração a relação espaço e tempo (escala espacial e temporal). Por ex.: a população de peixes apresenta um crescimento rápido em uma escala de tempo relativamente curta. Porém, para uma escala temporal de milhões de anos, recursos exauríveis, como petróleo e carvão, podem também regenerar-se (Van Der Perk e De Groot, 1998).

Além dos recursos naturais renováveis e não renováveis, Berkes e Folke (2000) incluem como componentes do capital natural² os "serviços ambientais", por ex.: manutenção da qualidade da atmosfera (ar), clima, ciclo hidrológico, controle de cheias e oferta de água potável, assimilação de resíduos, reciclagem de nutrientes, produção de solo, polenização de plantações, provisão de alimentos pelos oceanos, manutenção da diversidade genética, etc.

O capital natural apresenta, portanto, relevante interesse econômico, social e ambiental, uma vez que disponibiliza bens e serviços ecossistêmicos indispensáveis para a sobrevivência de espécies humanas e não humanas.

¹ Harte (1995) menciona que o capital natural possui uma série de atributos que incluem componentes estrutural, funcional e de composição dos ecossistemas. Para o autor, o desenvolvimento humano e econômico depende dos processos ecológicos e da disponibilidade de recursos naturais.

² Capital natural, segundo Van Der Perk et al. (1998: 5, 10, 12, 27-28), apresenta um conjunto de características: insubstituível, multifuncional, resiliência, irreversibilidade, singularidade, sinergismo, conservação da matéria etc.

Dada a dificuldade de compreender-se as inter-relações internas do sistema, o capital natural é considerado um "ecossistema único". Além disso, a relação tempo-escala é, segundo Van Der Perk et al. (1998), infinita. O mesmo autor menciona que ecossistema único caracteriza-se por ser: único, auto-sustentável, auto-regenerativo, não domesticado e multifuncional. Menciona, também, que para ecossistemas complexos, por ex. florestas tropicais, o conhecimento da resiliência, robusteza e resistência do sistema são limitados. Destarte, ecossistemas únicos caracterizam-se pela ausência de conhecimentos satisfatórios.

2.1.2 **Capital Cultural** (*cultural capital*)

Capital cultural são os recursos que suprem a sociedade humana com meios e adaptações para interagir com o ambiente natural e ativamente modificá-lo. Constituem o capital cultural de uma sociedade sua visão de mundo, seus valores e necessidades, suas preferências sociais (respeitadas as diversidades culturais), ética e filosofia ambiental, seu conhecimento ecológico tradicional etc. (BERKES e FOLKE, 2000). São estas características, isoladas ou em conjunto, que determinam os procedimentos, as formas de agir e as interações da sociedade com o meio ambiente (por exemplo, o ritmo de exploração dos recursos naturais renováveis e não-renováveis).

2.1.3 **Capital Manufaturado** (*human-made capital*)

O capital manufaturado é aquele produzido por meio da atividade econômica e das mudanças tecnológicas (engenhosidade humana), através de interações entre os capitais natural e cultural (BERKES e FOLKE, 1992). São constituintes do capital manufaturado os recursos materiais produzidos pelas atividades humanas, tais como máquinas, estradas, aviões, infra-estrutura de irrigação para produzir alimentos etc., úteis ao funcionamento do sistema econômico.

A produção de capital manufaturado, por meio da atividade econômica, pode causar alterações no capital natural, ambiente físico e biológico. Os sistemas do capital natural são frágeis e, uma vez degradados, dificilmente podem ser recuperados (irreversibilidade), trazendo conseqüências para a atividade econômica e a saúde humana.

Uma característica importante do capital manufaturado consiste no fato de não possuir valor neutro. Berkes e Folke (1992) e Gradel e Allenbry (1995 *apud* VAN DER PERK *et al.*, 1998) enfatizam que as tecnologias que o ser humano desenvolve, não são simples ferramentas usadas para o bem ou para o mal, tais tecnologias representam os valores culturais e a visão de mundo da sociedade (capital cultural).

No que tange as diferenças entre o capital natural e o capital manufaturado³, O'Connor (2000) destaca:

- O capital natural é essencialmente um dom da natureza. Isto implica que ele não pode ser reproduzido pelo homem, porém modificado (ex. depósitos minerais);
- Os recursos ambientais não devem ser considerados estoques físicos, mas sistemas dinâmicos que servem a uma infinidade de funções (multifuncionalidade), destacando-se aquelas que dão suporte a vida humana e não-humana. O capital manufaturado pode substituir somente parte do capital natural, usualmente a altos custos e com magnitude limitada;
- As alterações produzidas pelas atividades humanas no meio ambiente são freqüentemente irreversíveis (ex.: perda de espécies devido aos usos de defensivos).

2.1.4 **Capital Cultivado** (*cultivated capital*): um híbrido entre capital natural e manufaturado

Quando o capital natural torna-se escasso, é necessário investir em plantações e criações. Se tomarmos como exemplo um reflorestamento que será utilizado para produzir carvão vegetal, esta atividade apresentará, obrigatoriamente, um componente capital natural (chuva, luz solar, nutrientes do solo etc.), mais capital manufaturado (mão-de-obra e tecnologia utilizada para plantar, carpir, controlar pragas etc.). A combinação de ambos capitais fornecerá o produto desejado.

A partir do exemplo exposto, constata-se que capital cultivado é uma categoria híbrida que combina capital manufaturado (tecnologia, trabalho etc.) e capital natural (solo, água, atmosfera etc.) para obter determinados bens ou serviços, tais como alimentos, madeiras, fibras e outras matérias-primas que são indispensáveis para o bem-estar da sociedade (VAN DER PERK et al., 1998).

Cabe destacar que a grande diferença entre o capital cultivado⁴ e o capital natural é que este constitui-se de um "ecossistema único" (p. ex.: floresta tropical), aquele, por sua vez, é um "ecossistema repetível", como exemplo tem-se: plantações de milho, trigo, criações de peixes etc. Ecossistemas repetíveis, conforme Van Der Perk et al. (1998), podem ser identificados e os mecanismos de seu funcionamento explicados. Neste sentido, a relação tempo-escala do sistema é conhecida.

³ Para evidenciar que existe complementaridade e não substitutibilidade entre o capital produzido pelo homem (capital manufaturado) e o capital natural, Daly (1991) e Costanza (1994) fazem as seguintes arguições: Para que serve um barco de pesca sem as populações de peixes? Qual a utilidade das serrarias sem as florestas? Qual a importância de uma refinaria sem os estoques de petróleo?

⁴ Van Der Perk et. al. (1998) apresenta seis sub-divisões do capital cultivado baseando-se no grau de influência humana: sistema único, sistema natural ou sistema modificado, sistema cultivado sustentável, sistema cultivado intensivo, áreas verdes urbanas e meio ambiente cultivado.

Diante do exposto, evidencia-se que há uma complementariedade entre os dois capitais, bem como justifica-se o capital cultivado ser rotulado como "um híbrido" entre capital natural e manufaturado.

Por fim, o capital cultivado requer um espaço ecológico menor quando comparado ao capital natural (CN). Este oferece á sociedade simultaneamente outras funções ecológicas sem qualquer custo administrativo, aquele, por seu turno, requer tratos culturais (plantio, adubação, irrigação etc.), implicado em custos elevados.

A Figura 1 mostra as relações entre os quatro tipos de capitais. O capital natural é a base, pré-condição, para o capital cultural. O capital cultural, por sua vez, evidencia como é e será usado o capital natural pela sociedade para obter capital manufaturado. O capital manufaturado, por seu turno, é obtido pela interação entre os capitais natural e cultural. Por fim, o capital cultivado, é fruto da combinação do capital natural e capital manufaturado.

No que tange as interações entre os capitais natural, cultural e manufaturado, pode-se concluir, também, que os capitais são interdependentes e para uma ampla extensão complementares. Além disso, o capital natural prove toda a espécie de bens e serviços que a sociedade humana pode converter em produtos úteis, valendo-se do capital cultural enquanto força motora.

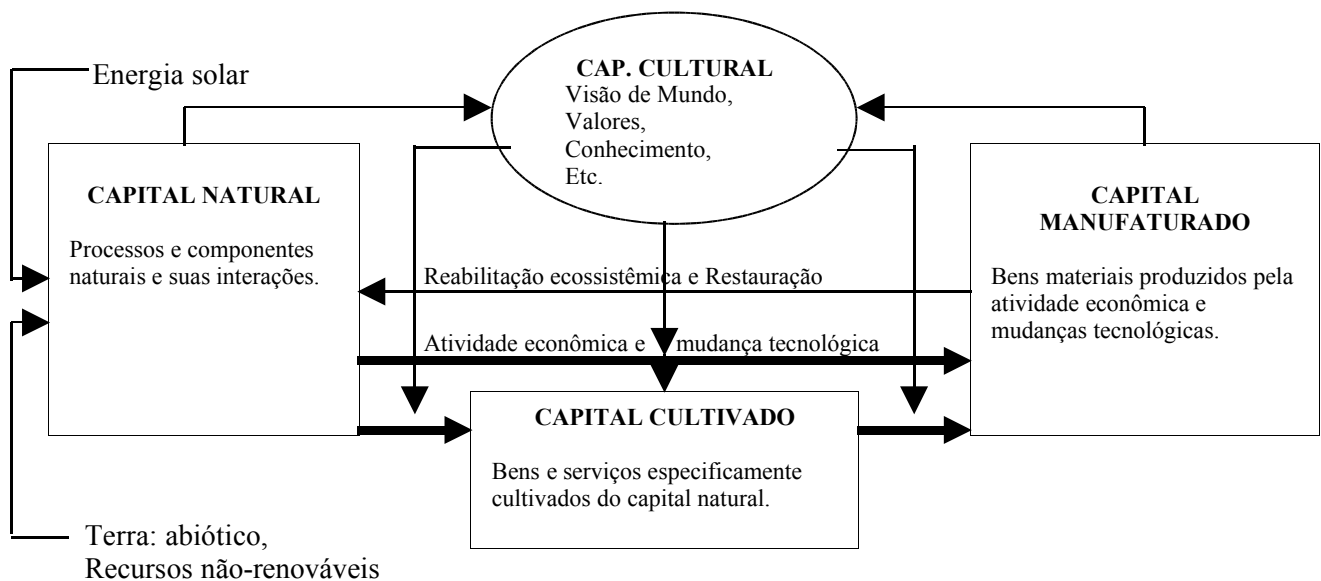


Figura 1 - Inter-Relações Entre os Diferentes Tipos de Capitais

Fonte: Van Der Perk et al. (1998: 10).

2.2 Funções Ambientais do Capital Natural

O meio ambiente é um sistema complexo que provê importantes funções ambientais, as quais são definidas por Douguet e Schembri (2000: 6) e Van Der Perk et al. (1998: 20) como a "capacidade dos componentes e processos naturais (ecossistemas) em prover bens e serviços que satisfazem as necessidades humanas, direta ou indiretamente".

Para Ekins e Simon (2000), os "componentes" ecossistêmicos (plantas, animais, minerais etc.) usualmente provêm os bens (recursos) e os "processos" ecossistêmicos (regulação interna dos ecossistemas - *resilience*) provêm os serviços (reciclagem da água etc.). Os autores mencionam que um componente do capital natural pode cumprir várias funções ambientais, bem como as funções ambientais podem derivar mais de um processo do que de um componente em particular.

Os bens e serviços ecossistêmicos⁵ constituem-se de um fluxo de materiais, energia e informação oriundos dos estoques do capital natural que, combinados com o capital manufaturado e cultural, produzem bem-estar para a sociedade. Dada a grande contribuição do capital natural para a produção e manutenção da qualidade de vida, zero de capital natural implica em zero de bem-estar, ou seja, a substituição total de fatores é descartada (Costanza et al., 1998).

Collados et al. (1999) classifica os serviços ambientais como: (i) de "suporte a vida", os quais são necessários para manter toda as espécies de vida (animal e vegetal) e a regeneração do sistema natural (por ex.: purificação da água) e; (ii) "outros serviços", os quais têm relação com a qualidade de vida, porém não são determinantes para a sobrevivência ou reprodução do sistema ecológico (por ex: serviços recreacionais e estéticos).

A classificação das funções ambientais é realizada levando-se em consideração as quatro principais categorias de capital natural: água, ar/atmosfera, terra (inclui as características do solo, espaço e paisagem) e os habitats (inclui os ecossistemas, flora e fauna). Para cada capital natural⁶, quatro grupos de funções ambientais são apresentadas. Douguet e Schembri (2000: 12), Ekins (2000: 3) e Ekins e Simon (2000: 5) classificam as funções ambientais⁷ do capital natural da seguinte forma:

- a) **Source**: fonte de recursos (bens) para as atividades humanas, tais como alimentos, matérias-primas, energia sob diferentes formas etc.;
- b) **Sink**: local em que os dejetos e todo tipo de energia gerado pelas atividades humanas são depositados de forma controlada ou não. O meio ambiente os absorve, neutraliza e os recicla. Por ex. dispersão e diluição das emissões atmosféricas pelo ar;
- c) **Life-support**: funções que contribuem para manter os diferentes ecossistemas e a biosfera enquanto um todo, ou seja, servem de suporte para o desenvolvimento de

⁵ Os bens ecossistêmicos são as matérias-primas e alimentos, enquanto os serviços referem-se a manutenção da composição da atmosfera, manutenção do clima, reciclagem de nutrientes, polinização das plantações, manutenção da biodiversidade etc. (Collados et al., 1999). Costanza et al. (1998) apresenta uma lista que contém 17 bens e serviços ecossistêmicos, os quais foram valorados monetariamente, assim como suas respectivas funções ambientais.

⁶ Ekins e Simon (2000) dividem o capital natural em: a) estoques do capital natural, que contém: solo (qualidade) - inclui recursos do sub-solo (minerais e combustíveis fósseis); água (de superfície e subterrânea; ar (qualidade); estoques bióticos - incluindo flora e fauna / biodiversidade e estoque espacial (uso da terra e áreas protegidas) e; b) Ecossistemas (alteram-se para cada país/região): florestas tropicais, mangues, dunas costeiras etc.

⁷ A classificação das funções ambientais foi proposta por Pearce e Turner (1990) em três modalidades: Source, Sink e Serviços. Por sua vez, De Groot (1992) as classificou em: funções Regulação, Suporte, Produção e Informação. O'Connor (1999, 2000) utilizando os trabalhos de Hueting (1980), Pearce e Turner (1990) e De Groot (1992) mantém as funções source e sink, porém desmembra as funções Serviços em: Life-support, Scenery e Site. Scenery: converge toda forma científica, estética, recreacional, simbólica e de interesse informacional; Site: local em que a atividade econômica é desenvolvida - inclui toda forma de uso do solo (moradia, atividades agropecuárias etc.) e ocupação do espaço para transporte.

comunidades humanas e não-humanas. São estas funções que tornam a Terra capaz de suportar a vida;

- d) **Human Health e Welfare:** constituem-se das funções que ofertam serviços que contribuem diretamente para a saúde e bem-estar da sociedade sob diferentes formas. Por ex. disponibilidade de um espaço para a cultura e lazer.

As funções *source*, *sink* e *human health e welfare* provêm bens e serviços "diretamente" para os humanos. As funções *life-support* são consideradas funções primárias do mundo natural, pois contribuem para a manutenção do processo ecológico e a qualidade ambiental, as quais fornecem as condições básicas para as demais funções se perpetuarem e prover seus benefícios (EKINS e SIMON, 2000). Diante disso, a classificação em funções ambientais oferece um conjunto de informações relativas ao papel desempenhado pelo capital natural para a atividade (econômica) humana, bem como para os ecossistemas.

O Quadro 01 apresenta as funções ambientais do capital natural água, bem como exemplos de bens e serviços que tal capital disponibiliza. Semelhante exemplo pode ser construído para outros tipos de capital natural.

Quadro 01 - Funções ambientais do capital natural água

| |
|--|
| Funções Ecosistêmicas |
| Source: <ul style="list-style-type: none"> - Meio de transporte - Água para beber, irrigação, indústria etc. - Recarga de aquíferos subterrâneos e escoamento/vazão superficial |
| Sink: Dispersão e diluição de dejetos |
| Life-Support: <ul style="list-style-type: none"> - Regulação do fluxo e proteção contra alagamentos (proteção da bacia hidrográfica) - Cumprir as exigências da água (em quantidade e qualidade) enquanto habitat |
| Human Health e Welfare: <ul style="list-style-type: none"> - Purificação da água para consumo humano - Provisão e purificação da água para recreação - Informação estética, informação religiosa e espiritual, informação histórica (valor enquanto herança) e informação educacional e científica - Inspiração cultural e artística |

Fonte: Ekins e Simon (2000: 6).

Outra forma de agrupar as funções ambientais do capital natural, seguindo a ordem de importância ambiental, é apresentada por Van Der Perk *et al.* (1998: 20, 22):

a) Funções Regulação:

Cabe a tais funções ecossistêmicas, naturais ou semi-naturais, regular processos ecológicos vitais e sistemas de suporte a vida. Elas contribuem para a manutenção de um ambiente não degradado que possa prover ar limpo, água e solo. Dentro de uma perspectiva ambiental, estas são as funções mais importantes, pois garantem a manutenção dos processos ecológicos essenciais e a qualidade ambiental, ou seja, disponibilizam as pré-condições necessárias para as demais funções.

b) Funções Habitat:

Os ecossistemas servem como refúgio e habitat para a reprodução de plantas e animais, contribuindo, desse modo, para a conservação da diversidade biológica e genética. Além disso, tem um importante papel na manutenção de populações que migram e/ou são exploradas.

c) Funções Produção:

Se refere aos recursos providos pela natureza, tais como: alimentos, matérias-primas, material genético etc., que são utilizados para manter e/ou elevar o bem-estar humano.

d) Funções Informação:

Os ecossistemas naturais são laboratórios para pesquisas científicas, bem como contribuem para a manutenção da saúde mental, proporcionando oportunidades para reflexão, enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo etc.

Funções ecossistêmicas, portanto, constituem-se de fluxos de bens e serviços, provenientes dos ecossistemas para os sistemas humanos e não-humanos. Diante disso, torna-se necessário fazer a distinção entre "funções de" e "funções para". Segundo Van Der Perk et al. (1998) e Ekins (op. cit.) o primeiro grupo mantém a integridade básica do sistema natural e dos ecossistemas em particular. O continuado funcionamento deste grupo de funções (do meio ambiente) é pré-requisito para o contínuo cumprimento das "funções para" (para os humanos). Por exemplo: fotossíntese, ciclagem de nutrientes etc. Referente ao segundo grupo, trata-se das funções *source, sink e human health e Welfare* (produção e informação), cujo fluxo de bens e serviços disponibiliza naturalmente ou via transformações, benefícios diretos ou indiretos para o bem-estar humano, por ex. produção de alimentos, absorção de dejetos, entre outros. Estas são funções mais fáceis de serem percebidas pela sociedade, quando comparadas as "funções de"⁸, cujo o conhecimento é incerto e incompleto.

A distinção entre função de e funções para, aparece, também, em Douguet e Schembri (2000) e Faucheux e O'Connor (2002). As "funções de" são responsáveis pelo "funcionamento interno dos sistemas do capital natural". Como exemplo tem-se as funções *life-support* (regulação), que possuem o imprescindível papel de "assegurar a estabilidade e a permanência

⁸ Observadas isoladamente, as "funções de" podem ser consideradas pouco importantes quando comparadas com as "funções para". Porém, consideradas como parte de um sistema natural complexo, são indispensáveis para as demais, vide Ekins (2000: 4).

da biosfera enquanto habitat para o conjunto de seres vivos e dos processos da vida". No que tange as "funções para", estas referem-se as "funções fornecidas pelos sistemas do capital natural" para a atividade econômica e o bem-estar da sociedade, por ex.: fonte de energia e matérias-primas, locais para atividades produtivas e de recreação, objeto de apreciação científica e estética, entre outros. É importante mencionar que as "funções de" disponibilizam as bases para as "funções para", as quais tem importância direta (social e econômica) para a sociedade.

Portanto, as funções ambientais derivam dos processos e componentes do capital natural (ecossistemas), as quais são úteis para o funcionamento do sistema natural, bem como contribuem para a manutenção e melhoria do bem-estar humano. Um único ecossistema ou recurso, por ex. água, pode cumprir uma variedade de funções: de produção (econômicas), recreacional, biológicas e absorção de poluição. Por outro lado, as funções do capital natural estão, na maioria das vezes interligadas, ou seja, alteração em determinado ecossistema pode afetar as funções ambientais providas por outro capital natural (determinadas práticas agrícolas podem afetar negativamente a qualidade das águas).

2.3 De Capital Natural a Capital Natural Crítico

A classificação por funções ambientais oferece informações relativas ao papel econômico, social e ecológico desempenhado pelo capital natural para os seres humanos (bens e serviços) e não humanos. Com base no princípio da sustentabilidade forte, que evidencia não substitutibilidade do capital natural, e conseqüentemente suas funções ambientais, pelo capital manufaturado, pode-se definir capital natural crítico, a partir de O'Connor (1999: 20; 2000: 11) como sendo o "conjunto de recursos ambientais que, em determinada escala geográfica, executam importantes funções ambientais e para as quais não há atualmente substitutos em termos de capital manufaturado, humano ou natural". Para Douguet e Schembri (2000), a formulação de tal conceito, além de considerar a não substitutibilidade de fatores, respeita os preceitos de sustentabilidade forte em relação a capacidade de assimilação do meio ambiente, bem como a taxa de regeneração dos recursos naturais renováveis.

Faucheux e O'Connor (2002: 6), por sua vez, conceituam CNC como sendo "todo elemento do meio biofísico que se mostra indispensável para a manutenção de uma função ambiental que seria ela mesma "crítica" para uma atividade econômica sustentável." Portanto, CNC é parte do estoque de capital natural que prove funções ambientais e sua manutenção é indispensável para a sustentabilidade ambiental.

É importante mencionar que CNC trata-se de um conceito dinâmico, uma vez que depende da existência de substitutos ou do grau de conhecimento sobre a importância de certas funções ambientais. Neste sentido, capital natural pode passar de crítico para não crítico e vice versa (BRAVI et al., 2000).

Dada a impossibilidade de substituir-se CNC por outros tipos de capital, o critério de sustentabilidade forte é requerido para respaldar a manutenção do desempenho das funções ambientais. O argumento da não substitutibilidade, segundo Ekins e Simon (2000), é sustentado pelas seguintes suposições: a) multifuncionalidade de funções do capital natural: um ecossistema ou um recurso natural pode cumprir uma série de funções, as quais o capital manufaturado pode substituir somente parcialmente, não o conjunto; b) diferenças intrínsecas no funcionamento do capital natural e manufaturado: através das mudanças tecnológicas e da atividade humana o capital natural é transformado em capital manufaturado. Porém, para a produção de estoques de capital natural, não requer-se capital manufaturado; c) presença de incertezas: existem incertezas sobre os processos naturais e suas interações com a biosfera, bem como sobre os impactos das atividades humanas sobre os ecossistemas; e) irreversibilidade: perdas ou degradações dos recursos naturais podem ser irreversíveis e; f) aversão a perda: alguns indivíduos possuem "aversão a perda" quando a degradação ambiental está ocorrendo.

Na concepção da agência ambiental English Nature (1996: 11), capital natural crítico é definido enquanto "recursos, níveis de estoques ou de qualidade que são altamente valorados e também essenciais para a saúde humana e para o funcionamento dos sistemas de suporte a vida, ou insubstituíveis para todo propósito prático." Tal conceito, além de enfatizar que alguns recursos não são substituíveis, sugere que o capital natural crítico deve incluir níveis críticos de espécies (populações) e habitats, bem como "níveis críticos de qualidade", o que o torna um conceito mais abrangente, quando comparado ao proposto por O'Connor.

Para English Nature (1995: 29), capital natural crítico (criticabilidade) constitui-se de recursos, níveis de estoque ou de qualidade que são:

- a) altamente valorados, e também
- b) essenciais para a saúde humana, ou
- c) essenciais para o funcionamento dos sistemas de suporte a vida, ou
- d) insubstituível para todo o propósito praticável (por causa da antigüidade, complexidade, especialização e localização).

A criticidade, portanto, é atribuída ao capital natural quando esse deixa cumprir funções ambientais que não podem ser substituídas. Além disso, a criticidade pode ser

atribuída, também, ao capital natural que "está em vias de perder" certas funções ambientais que, em condições normais, cabe a ele prover.

A partir da Figura 02, pode-se observar as diferentes dimensões conectadas ao conceito de "crítico". O capital natural pode ser crítico sob determinada perspectiva: antropocêntrica (mais focadas nas funções produção e informação) ou ecocêntrica (mais ligadas as funções regulação e habitat); em termos de raridade (espécies ameaçadas de extinção); em termos do cumprimento de funções quantitativas e qualitativas (capacidade de um rio em assimilar dejetos).

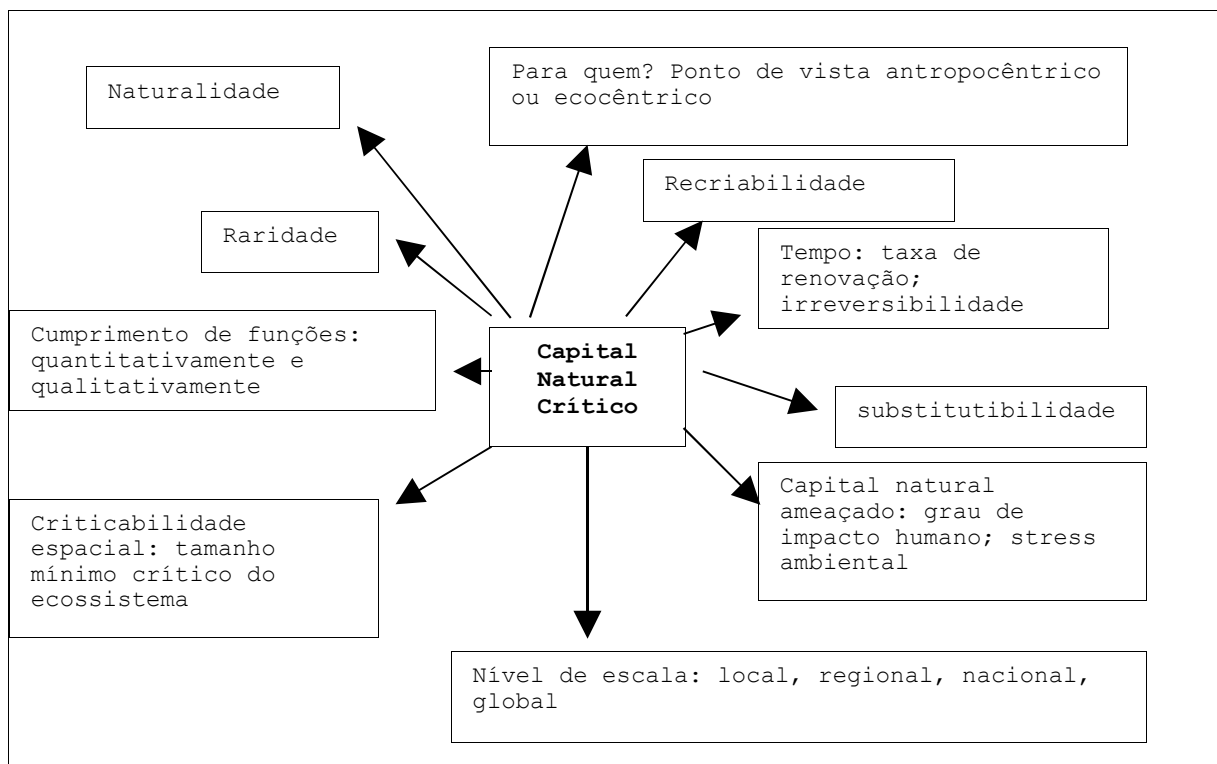


Figura 02 - As Diferentes Dimensões do Capital Natural Crítico

Fonte: Ekins e Simon (2000: 18).

3. METODOLOGIA PARA OPERACIONALIZAR CAPITAL NATURAL CRÍTICO

Para operacionalizar CNC torna-se necessário distinguir duas perspectivas no que tange a criticidade. A primeira contempla a perspectiva ecológica, ou seja, quais ecossistemas (tipos de capital natural e serviços) são mais prejudicados. A segunda, por seu turno, concerne

a perspectiva humana (econômica): quais serviços são mais críticos, necessários, para a sobrevivência e bem-estar da sociedade, os quais não podem ser substituídos. Quando ambos tipos de criticidade se aplicam a um determinado tipo de capital natural, este pode ser considerado "absolutamente crítico". É importante mencionar que as metodologias a serem apresentadas não são excludentes.

3.1 Perspectiva Ecológica

Para cumprir o critério da sustentabilidade forte, torna-se necessário a manutenção das funções ambientais que desempenham um papel relevante para manter os ecossistemas naturais que contribuem, substancialmente, para o bem-estar humano.

A metodologia a ser apresentada encontra-se em Van Der Perk et al. (1998: 26-29) e Van Der Perk e De Groot (2000: 24-29). Para sua aplicação deve-se levar em consideração o tipo de capital natural (ecossistema), bem como as funções ambientais associadas (bens e serviços). Além disso, pode-se empregá-la para determinar a "criticidade" de funções isoladas ou do ecossistema inteiro (capital) provendo tais funções (bens e serviços).

Como apresentado anteriormente, existem funções que são indispensáveis (críticas) para a manutenção dos bens e serviços providos pelo capital natural para a sociedade, "funções para". Por outro lado, existem funções imprescindíveis (críticas) para a manutenção do próprio capital natural, "funções de". Para os autores, os critérios e as unidades de medida para medir e identificar capital natural crítico diferem para ambos tipos de criticidade. Porém, os critérios apresentados no Quadro 02, usualmente servem para identificar capital natural crítico em ecossistemas inteiros, perspectiva ecológica (funções de), bem como podem ser usados para identificar a criticidade dos bens e serviços providos pelo capital natural (funções para - perspectiva humana).

Para cada critério mencionado no Quadro 02, requisitos mínimos deveriam ser desenvolvidos, ambos em relação a manutenção do CN e a disponibilidade de suas funções (por ex.: a capacidade do sistema em reciclar nutrientes, prover alimentos ou para suportar atividades recreacionais). O grau em que está sendo usado o ecossistema pode estar abaixo ou acima de sua capacidade suporte. Diante disso, padrões deveriam ser desenvolvidos (qualitativamente, quantitativamente e espacialmente) para garantir a continua disponibilidade das funções ambientais analisadas (VAN DER PERK e DE GROOT, 2000).

A seguir, faz-se uma rápida descrição dos critérios contidos no Quadro 03, a partir de Van Der Perk et al. (1998: 27 - 29) e Van Der Perk e De Groot (2000: 24-29):

1) Naturalidade/integridade:

A naturalidade ou integridade de uma área ou ecossistema dependerá do grau de presença humana, em termos de perturbações físicas, químicas ou biológicas. O grau de integridade pode ser descrito pela documentação dos impactos humanos, por ex.: nível de poluição.

Alguns indicadores podem ser usados para desenvolver uma escala mais ou menos crítica, por ex.: a) clímax comunitário⁹; b) comunidades com um alto número de espécies-chaves e; c) identificação do tamanho mínimo crítico (área, número de espécies etc.).

Os ecossistemas apresentam um tamanho mínimo crítico, o qual possibilita a manutenção da vida comunitária, bem como sua auto-regulação. Ecossistemas abaixo de seus tamanhos mínimos críticos deveriam ser mais pontuados na escala que identificará o capital natural crítico.

Quadro 02 - Critérios e Unidades de Medida para Identificar CNC

| Critério | Descrição | Unidade de medida |
|--|---|--|
| Naturalidade/integridade | Grau de presença humana em termos de perturbações físicas, químicas ou biológicas. | - qualidade do ar, água e solo - % de espécies-chaves - tamanho mínimo crítico do ecossistema |
| Singularidade/raridade | Raridade dos ecossistemas e espécies em nível local, regional e global | - endemismo - % de área remanescente |
| Fragilidade/vulnerabilidade | Sensibilidade dos ecossistemas para suportar perturbações humanas | - resiliência (fluxo de energia) - capacidade de suporte |
| Valor de suporte à vida | Importância para a manutenção de processos ecológicos essenciais e sistemas de suporte à vida | - funções críticas que mantêm (camada de ozônio) - regulação climática - diversidade genética etc. |
| Renovabilidade/recriabilidade (dos ecossistemas) | Possibilidade para renovação, espontânea ou restauração humana, dos ecossistemas | - complexidade e diversidade - estágio de sucessão - custo de oportunidade |
| Substituíbilidade (de funções) | Grau em que as funções ambientais podem ser substituídas por aparatos humanos | - complexidade e diversidade - disponibilidade de alternativas - custo de oportunidade |
| Ameaças | Pressões externas no capital natural remanescente | - Limiares críticos (qualitativos, quantitativos e espacial) - Tamanho mínimo crítico do ecossistema |
| Valor social | Capital altamente valorado: importantes para a saúde humana, valor das amenidades, valor de herança, etc. | - funções críticas que disponibilizam: benefícios à saúde, qualidade estética, referência histórica etc. |
| Valor econômico | Importância econômica do CN para ser usado como matéria-prima ou consumo e benefícios futuros potenciais | - contribuições para o emprego - benefícios monetários (comercializáveis ou não no mercado) |

⁹ Um ecossistema em clímax trata-se de um sistema maduro, relativamente estável, que tende a não se alterar (Costanza, 1994).

Fonte: Van Der Perk et al. (1998: 26) e Van Der Perk e De Groot (2000: 24).

2) Singularidade/raridade:

A singularidade de um ecossistema pode ser medida através da ocorrência de espécies raras/endêmicas em combinação com a raridade do próprio ecossistema. É um critério importante do ponto de vista ambiental, bem como apresenta as maiores dificuldades de mensuração e padronização (por ex. um m² de mangue possui combinações únicas de condições bióticas e abióticas).

3) Fragilidade ecológica: capacidade de suporte

Indica a sensibilidade dos ecossistemas em suportarem perturbações (pressões) humanas em termos de fatores específicos bióticos e abióticos ou no que tange a "resiliência" do ecossistema (capacidade do ecossistema em retornar a situação original após os distúrbios). Como exemplo tem-se a sensibilidade para a erosão de determinados tipos de solos.

Outro conceito importante, além de fragilidade e resiliência, é o de "capacidade de suporte". Está indica que existem limites para o uso dos ecossistemas e seus serviços, os quais alteram-se para cada ecossistema.

Este conjunto de critérios, fragilidade, resiliência e capacidade de suporte mostram como determinado ecossistema responde as alterações humanas no meio ambiente, conseqüentemente, ecossistemas frágeis são mais prejudicados.

4) Valor de suporte à vida:

Alguns serviços ecossistêmicos são essenciais para a manutenção dos processos ecológicos críticos e sistemas de suporte à vida (principalmente as funções regulação e habitat), por ex.: regulação do clima, diversidade genética etc. Diante disso, as funções regulação e habitat são críticas por si só, dado que elas são indispensáveis para que outros bens e serviços sejam ofertados.

5) Renovabilidade/recriabilidade: dos ecossistemas

A possibilidade de recriabilidade dos ecossistemas, espontânea ou pela intervenção humana, irá depender de sua complexidade e diversidade. A recriabilidade freqüentemente é uma função do tempo: para que o climax comunitário seja alcançado, muitas vezes faz-se

necessário um longo período de tempo. Destarte, ecossistemas que apresentam maiores dificuldades quanto a repetição deveriam ser considerados mais críticos.

6) Substitutibilidade: de funções e serviços

Certas funções ambientais podem ser mais ou menos substituídas pelos aparatos humanos (produção de peixes via aquicultura). Porém, a maioria das funções ambientais são impossíveis de serem recriadas/substituídas pelo capital manufaturado. Isto justifica-se, em parte, pelo fato do CN prover várias funções simultaneamente (quanto mais um sistema é cultivado, menos funções ele cumpri). Na realidade muitos ecossistemas são "únicos" e não podem ser substituídos por qualquer outra coisa que possua as mesmas características.

É possível a criação de uma escala, a qual indicaria o grau de substitutibilidade de cada função, para os diferentes tipos de capital natural.

7) Ameaças:

Os impactos das atividades humanas na natureza causam perturbações e ameaças que podem enfraquecer o desempenho das funções ambientais, bem como podem levar ao desaparecimento de ecossistemas inteiros.

Para mensurar esta forma de criticidade, observa-se o grau em que excede-se os níveis críticos do uso sustentável do CN. Isto leva ao critério de naturalidade ou integridade: quanto maior o impacto humano (ameaças e perturbações no meio ambiente), menor é a naturalidade ou integridade do CN.

Para os diferentes tipos de CN, padrões individuais podem ser desenvolvidos para exigências mínimas em termos qualitativos (ar, água e solo), quantitativos (cobertura vegetal, diversidade de espécies etc.), bem como espaciais (observar o tamanho mínimo crítico dos ecossistemas). Referente ao último item, cada espécie e o seu respectivo ecossistema necessitam de um espaço mínimo para manter sua integridade e seu funcionamento.

A pesar de ser um enfoque com maior ênfase no aspecto ecológico, é possível fazer algumas considerações sobre critérios sociais e econômicos.

8) Valor social:

Ao atribuir valores à natureza, a sociedade leva em consideração componentes sociais e econômicos, por ex. valor das amenidades, valor da paisagem etc. Quanto mais a sociedade valorar um capital natural, maior será seu grau de criticidade.

9) Valor econômico:

Para determinar o grau de criticidade de determinado CN, deve-se levar em conta sua capacidade produtiva, benefícios monetários dos bens e serviços e sua contribuição para a geração de emprego.

Critérios ecológicos, apesar da dificuldade de operacionalização, são mais objetivos que os critérios sociais na determinação do CNC. Porém, percepções e valores sociais tem um importante papel na determinação de qual parte do CN (função) deveria ser considerada crítica. Neste contexto, Van Der Perk e De Groot (2000) afirmam que a "criticidade" é fortemente determinada pelas opiniões e argumentos dos *stakeholders* envolvidos no uso das funções ambientais. Além disso, para os autores, as seguintes questões devem ser postas quando utilizam-se critérios sociais: Para quem o CN é crítico? Quais são as principais funções ambientais (bens e serviços) providas pelo CNC?

As áreas naturais são apreciadas pelos humanos por razões recreacionais, estéticas e espiritual, de forma que são impostos fortes limites a sua substituição por bens e serviços manufaturados. Diante disso, as comunidades avaliam capital natural enquanto crítico levando em consideração questões simbólicas, convicções éticas de respeito e coexistência. Para Van Der Perk e De Groot (2000), existe, por parte da sociedade, uma "demanda social" para a manutenção do meio ambiente e suas funções sociais. Portanto, informações referentes aos serviços sócio-culturais do CN podem auxiliar a identificar e mensurar CNC.

Uma boa especificação operacional dos critérios sociais seria através da "definição de padrões ambientais, ou normas, que representem os objetivos de uma sociedade para a entrega de uma base de bem-estar ecológico da geração presente para a futura". Os autores citam os seguintes critérios sócio-culturais que podem ser usados para identificar o capital natural enquanto crítico: importância para a saúde humana, valor das amenidades, valor de herança, valor de uso produtivo e consumptivo e valor de opção.

3.2 Perspectiva Humana (econômica)

Ao considerar-se sustentabilidade enquanto uma "mudança não-negativa do capital natural", faz-se necessário manter-se constante o estoque de recursos naturais: solo e sua

qualidade, águas superficiais e subterrâneas e suas qualidades, biomassa terrestre e aquática e a capacidade de assimilação de resíduos pelo meio ambiente etc.

CNC¹⁰ é considerado como qualquer conjunto de recursos naturais que disponibilizam importantes funções ambientais, as quais não possuem substitutos, para os humanos e não humanos. Para apresentar a metodologia para sua operacionalização, utilizar-se-á os autores O'Connor (1999: 13-15; 2000: 13-15) e Douguet e Schembri (2000: 11-13).

A partir do Quadro 03, observa-se que operacionalizar a idéia de CNC requer uma avaliação detalhada da importância dos diferentes sistemas do capital natural (tipos de capitais) para suportar a atividade econômica, bem como identificar os impactos ambientais negativos de cada uso econômico e/ou categoria de usuário. Se tais informações são obtidas, pode-se especificar as escalas espacial e temporal para a qual certas funções ambientais e, conseqüentemente, o sistema do capital natural pode ser crítico. Em tal procedimento, é importante considerar os fatores sociais e culturais que podem contribuir para tornar o capital natural de importância crítica (O'Connor, 1999).

Quadro 03 - Considerações Necessárias para a Operacionalização CNC

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">- Identificar os papéis e significados dos diferentes sistemas do capital natural para suportar a atividade econômica sustentável. Isto inclui quantificar (identificar) os efeitos de cada categoria de uso/usuário, por intermédio da determinação científica dos efeitos ambientais (depleção, contaminação etc.) e relatar as causas por trás das emissões, extração ou ocupação padrão (modelo) de atividades humanas particulares;- Definir as escalas espacial e temporal relevantes para as quais as funções ambientais e, conseqüentemente, o sistema do capital natural pode ser crítico;- Identificar os fatores sociais e culturais que podem contribuir para tornar crítico qualquer componente do capital natural;- Envocar o Princípio Precaução (princípios que visam orientar o uso do CNC) quando as perdas das funções ambientais em questão são caracterizadas pela incerteza científica e irreversibilidades. |
|---|

Fonte: O'Connor (1999: 14; 2000: 11).

A estrutura (procedimentos) para identificar as funções ambientais e o CNC em relação as exigências de sustentabilidade, para diferentes escalas geográficas e sociais, devem seguir quatro passos interconectados, conforme Quadro 4.

Num primeiro momento, deve-se caracterizar o CN a ser estudado, explicitando seu potencial em prover “funções de” e “funções para”. O passo seguinte consiste em descrever os setores econômicos, da região a ser estudada, e seus eventuais impactos sobre as funções

¹⁰ Dependendo do estado de conhecimento e da possibilidade de existência de substitutos, o CNC pode passar de crítico para não crítico e vice versa, o que o torna um conceito dinâmico.

ambientais. Para tal, o uso de indicadores de estado e de pressão¹¹ fazem-se necessários. No terceiro passo apresenta-se o conjunto de leis que definem os limiares ecológicos que as atividades econômicas não devem ultrapassar. Os níveis dos limiares para o uso do CN podem ser definidos quantitativamente ou qualitativamente, dependendo da natureza ou serviço fornecido. Por fim, compara-se os indicadores de estado com os limiares (padrões) descritos no passo três. Tal procedimento evidencia se as atividades econômicas correntes são ou não administradas sustentavelmente.

As características dinâmicas do uso do CN, segundo O'Connor (2000: 14), podem ser caracterizadas por um conjunto de caracteres identificados, que levam em consideração as funções ambientais, a partir das seguintes questões:

- a depreciação do capital natural ocorre em função do uso direto enquanto inputs produtivo **ou** é uma degradação indireta, um efeito colateral da atividade econômica (poluição, extração etc.)?
- o capital natural tem uso *in situ* **ou** suas funções/serviços são obtidas por meio da capacidade humana?
- o uso ou degradação do CN causa impactos localizados (mudança do ecossistema local) **ou** são impactos dispersos (emissão de gases que provoca o efeito estufa)?

Quadro 04 - Estrutura Teórica para Operacionalizar CNC

1º - definir os parâmetros (atributos - características) do ecossistema (CN) a ser estudado, bem como descrever sua capacidade em prover certas funções. Isto visa ilustrar as ligações entre o funcionamento do próprio ecossistema (tais como cadeia alimentar e ciclos de nutrientes, processo de transporte físico, fluxos de calor e água, etc. - funções de) e as funções ambientais ou serviços fornecidos para a sociedade humana - funções para;

2º - descrever os setores econômicos e seus efeitos sobre as funções ambientais. Mais precisamente, analisar as pressões ambientais causadas, direta ou indiretamente, pelas diferentes categorias da atividade econômica;

3º - apresentar requisitos (exigências) para a sustentabilidade em várias dimensões: econômica, ambiental, social e cultural, para a escala de análise determinada. Limiares, padrões (leis) e objetivos são propostos em relação as atividades econômicas específicas, funcionamento dos ecossistemas e os serviços por eles providos para a sociedade e as interfaces entre as atividades econômicas e ecológicas;

4º - fazer comparações entre os padrões descritos no passo 3 com os impactos correntes ou os indicadores de estado descritos no passo 2. Isto permitirá a identificação do "grau" de sustentabilidade que corresponde a distância entre a situação corrente e o que deveria ser se os recursos ecossistêmicos fossem administrados sustentavelmente. Examinar os vários graus é a base para análises de tecnologias, uso da terra e outras opções de resposta.

Fonte: O'Connor (2000: 14)

Para identificar capital natural crítico, Douguet e Schembri (2000) valem-se, também, da noção de funções ambientais do capital natural. Esse procedimento se apoia em dois

¹¹ Conforme O'Connor (2000), as "pressões" são as atividades humanas de produção e de consumo que afetam o meio ambiente (ex.: captura de peixes, uso de defensivos etc.) e o "estado" consiste nas mudanças observáveis no meio ambiente (ex.: presença de nitratos e coliformes fecais nas águas).

pontos: primeiro, identificar as funções ambientais do capital natural e, segundo, caracterizar o aspecto crítico das funções ambientais do capital natural. A noção de "crítico" é utilizada pelos autores para por em evidência a "a perda ou risco de perda" de certas funções ambientais, bem como não aceitação social dessa perda¹².

Para Douguet e Schembri (op. cit.), especificar as categorias de funções ambientais a proteger e a forma de definir as regras, as estratégias e as políticas de salvaguarda consistem em uma etapa importante. Porém, para os autores, a questão a ser posta é como julgar o caráter crítico das funções ambientais do CN? Tal resposta é obtida a partir do desenvolvimento da estrutura teórica para identificar o CNC, apresentada no Quadro 05.

No primeiro nível classificam-se as características de cada tipo de capital natural. Estas características fornecem as funções ambientais. No nível dois, são apresentadas as quatro categorias de funções ambientais: *source*, *sink*, suporte à vida e saúde e bem-estar humano. Neste momento, é possível distinguir-se dois efeitos diretos das atividades humanas no meio ambiente: i) pelo uso dos recursos naturais, aborda-se o problema referente ao seu esgotamento (economia dos recursos naturais) e; ii) a partir do problema da gestão dos dejetos, evidencia-se o problema da poluição (economia da poluição). Ao trabalhar-se com os quatro tipos de indicadores de estado e de pressão, é possível mostrar como as atividades econômicas afetam as funções ambientais. No terceiro nível, é empregado o conceito de sustentabilidade, o qual é definido pelos autores como "conservação das funções ambientais importantes". Para manter tais funções, as normas de sustentabilidade (padrões, leis) são comparadas aos indicadores de estado e de pressão da situação analisada. Ao fazer-se esta comparação, identifica-se o "desvio de sustentabilidade" em termos físicos, ou seja, encontra-se a distância física entre a situação considerada e a sustentabilidade ambiental. A redução do desvio, quando necessário, pode ser considerada como objetivo de políticas públicas.

Por fim, o último nível constitui-se de processos e ferramentas de auxílio a tomada de decisão úteis a formulação de políticas (análise custo-efetividade).

Portanto, na "perspectiva humana" o capital natural (ecossistemas) é visto enquanto fornecedor de importantes funções ambientais (bens e serviços) para a sociedade, e a atividade econômica enquanto geradora de impactos ambientais que podem levar o capital natural a tornar-se crítico, quer por sua escassez ou degradação.

¹² Para Douguet e Schembri (2000), a definição do caráter crítico das funções ambientais do capital natural é dinâmica porque ela pode evoluir ao longo do tempo segundo as expectativas da população local.

Quadro 05 - Procedimentos para Operacionalizar CNC

| | | | | |
|---------|--|---|--|---|
| Nível 1 | Características do capital natural | | | |
| | Os componentes e os processos dos ecossistemas que permitem ao capital natural fornecer as funções ambientais | | | |
| Nível 2 | Quatro tipos de funções | | Ambientais | |
| | O meio ambiente enquanto fornecedor de matérias-primas | A capacidade do meio ambiente para reduzir a poluição | O meio ambiente como suporte à vida | A contribuição do meio ambiente a saúde e ao bem estar humano |
| | Indicadores de estoques de recursos: estoques de peixes, florestas etc. | Indicadores da qualidade do meio ambiente: qualidade da água, ar etc. | Indicadores de estado dos habitats e das espécies | Indicadores dos efeitos sobre a saúde ligados ao meio ambiente, os benefícios estéticos e recreacionais |
| | Pretende-se mostrar quais atividades econômicas afetam quais funções ambientais | | | |
| | Indicadores de pressão: consumo de água pela agricultura | Indicadores de pressão: emissão de CO ₂ pelos transportes | Indicadores de pressão sobre o habitat e as espécies | Indicadores de pressão: problemas de saúde ligados a poluição |
| Nível 3 | Sustentabilidade: princípios de salvaguarda relativos aos indicadores de pressão e de estado | | | |
| | Normas de sustentabilidade | Normas de sustentabilidade | Normas de sustentabilidade | Normas de sustentabilidade |
| | Comparação entre os indicadores de pressão e de estado: identificação dos "desvios de sustentabilidade" necessários para as políticas ambientais | | | |
| Nível 4 | Análise sócio-econômica como suporte a decisão | | | |

Fonte: Douguet e Schembri (2000: 13).

4. PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA: capital natural água

Um exemplo de aplicação da metodologia proposta seria para identificar se os recursos hídricos (capital natural água) de determinada região podem ser considerados um capital natural crítico. Para definir se a água é ou não um CNC, bem como identificar sua importância para sociedade, as seguintes etapas devem ser seguidas:

1º etapa: definir as características (atributos) do capital natural água, bem como descrever sua capacidade em prover certas funções ambientais. Isto objetiva ilustrar as ligações entre o funcionamento do próprio ecossistema e as funções ambientais ou serviços fornecidos para a sociedade (valendo-se das funções: *sink*, *source*, *life-support* e *human health e welfare*).

Este procedimento permitirá identificar a importância do capital natural água para a população, bem como os impactos econômicos, sociais e ecológicos de sua degradação.

2º etapa: descrever as ligações entre a sociedade humana (em suas dimensões econômica e social) e os ecossistemas (água e solo). Isto irá evidenciar quais setores econômicos afetam quais funções ambientais. Por exemplo: agropecuária, indústria e setor urbano (lixo e esgoto).

Nesse momento utilizam-se os indicadores de estado e de pressão. Estes descrevem as pressões das atividades humanas sobre o meio ambiente. Incluem pressões diretas (emissões de poluentes) e indiretas (relacionadas a questões sócio-econômicas, como o crescimento da população). Aqueles, por sua vez, estão relacionados com a qualidade do meio ambiente e a quantidade dos recursos naturais. Devem ser elaborados de forma a expressar a situação do meio ambiente e sua evolução ao longo do tempo. Portanto, ao utilizar-se os indicadores de estado e de pressão¹³, é possível mostrar como as atividades econômicas, diretas e indiretas, afetam as funções ambientais.

3º etapa: apresentar o conjunto de leis (normas) que definem os limites ecológicos que não devem ser ultrapassados, por exemplo: percentual de substâncias orgânicas e químicas permitida na água, distância mínima a ser respeitada entre o local de criações e os córregos e riachos, entre outros.

4º etapa: comparar os indicadores de estado e de pressão com os limites. Caso seja identificado que alguns limites (padrões) são ultrapassados, fica evidenciado a necessidade da implementação de políticas públicas para corrigir tais desvios.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIER, J. M.; SCHULPMAN, K. **La ecología y la economía**. México: Fondo de Cultura Económica, 1993, 367 p.

ALIER, J. M. **Da economia ecológica ao ecologismo popular**. Blumenau: Editora da FURB, 1998, 402 p.

ALIER, J. M.; Jusmet, J. R. **Economía Ecológica y política ambiental**. México: Fondo de Cultura Económica, 2000, 493 p.

¹³ Como trabalhos seminais exposto indicadores de estado e de pressão pode-se citar OCDE (1991, 1993). Além destes, tem-se: OCDE 2001, IFEN 2001, Pearson (1999), Valentin et al. (1999), Lehtonen (2002), entre outros.

- BERKES, F.; FOLKE, C. A systems perspective on the interrelations between natural, human-made and cultural capital. **Ecological Economics**, n. 5, 2000, p. 1-8
- BRAVI, Carlo et al. **An inventory of instruments and procedures for defining and protecting critical natural capital in Italy**. London: Keele University, Working Paper n. 3, 2000, 38 p.
- COSTANZA, R. Economia ecológica: uma agenda de pesquisa. In: May, P. M & Serôa da Motta, R. (org.) **Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Campus, 1994. Cap. 7, p. 111-44.
- COSTANZA, R et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Ecological Economics**, n. 25, 1998, p. 3-15
- DAILY, G. Introduction: what are ecosystem services? In. Daily, G (org.) **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Washington: Island Press, 1997, cap. 1, p. 1-10
- DALY, Herman E. **A economia ecológica e o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: AS-PTA, Textos para Debates n. 34, 1991, 21p.
- _____. **Ecological economics and the ecology of economics: essays in criticism**. Cheltenham: Edward Elgar, 1999, 191 p.
- DEUTSCH, Lisa et al. **The critical capital natural of ecosystem performance as insurance for human well-being**. London: Keele University, Working Paper n. 2, 2000, 48 p.
- DOUGUET, J. M.; SCHEMBRI, P. **Qualité de l'eau et agricultures durables: une approche structurelle de l'évaluation des politiques publiques d'environnement appliquée à la région Bretagne**. France: Les Cahiers du C3ED, 2000, 69 p.
- EKINS, Paul. **Sustainability and critical natural capital: conclusions from the CRITINC project**. London: Keele University, Working paper n. 14, 2000, 19 p.
- EKINS, Paul; SIMON, S. **Using the CRITINC framework for making an inventory of critical natural capital: the case of the UK**. London: Keele University, Working paper n. 7, 2000, 28 p.
- ENGLISH NATURE. **Establishing criteria for identifying critical natural capital in the terrestrial environment: a discussion paper**. English Nature Research Raports n. 141, 1995, 44 p.
- _____. **Developing definitions of natural capital for use within the uplands of England**. English Nature Research Raports n. 197, 1996, 24 p.
- FAUCHEUX, S.; O'CONNOR, M.. **Le capital naturel et la demande sociale pour les biens et les services environnementaux**. Paris, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines. Cahiers du C3ED n. 02, 2002, 16 p.
- GODARD, Oliver. A gestão integrada dos recursos naturais e do meio ambiente: conceitos, instituições e desafios de legitimação. In Vieira, P. F. & Weber, J. (Orgs.). **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental**. São Paulo: Cortez, 1997.
- HARTE, M. J. Ecology, sustainability, and environment as capital. **Ecological Economics**, n. 15, 1995, p. 157-164
- HAUWERMEIREN, S. V. **Manual de Economía Ecológica**. Santiago: Rosa Moreno, 1998. 265 p.
- HICKS, J. R. **Valor e Capital**. São Paulo: Abril Cultural, 1984, 276 p.
- MAcDONALD, D. V. Applying the concept of natural capital criticality to regional resource management. **Ecological Economics**, n. 29, 1999, p. 73-87,
- O'CONNOR, Martin. **Natural capital**. Policy Research Brief Series, n. 3, Cambridge Research for the Environment, 1999, 22 p.
- _____. **The integrity of the terroir: na appraisal of the state of France's critical natural capital**. London: Keele University, Working Papers n. 6, 2000, 54 p.

PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. **Economics of natural resources and the environment**. New York: Harvester Wheatsheaf, 1990, 378 p.

TURNER et al. **Environmental economics**: an elementary introduction. New York: Harvester Wheatsheaf, 1994, 328 p.

VAN DER PERK, Johan et al. Towards a conceptual framework to identify and operationalise critical natural capital. **Second meeting of the CRITINC - Project**, Paris, Working Paper n. 1B, 30/11 to 1/12 of 1998, 39 p.

VAN DER PERK, Johan; DE GROOT, Rudolf. Towards a method to estimate critical natural capital. **Second meeting of the CRITINC - Project**, Paris, Working Paper n. 5, 30/11 to 1/12 of 1998, 27 p.

_____. **Case study critical capital natural**: coastal wetlands - the dutch wadden sea. London: Keele University, Working Paper n. 12, 2000, 43 p.