



O MEIO BIOFÍSICO, O DESENVOLVIMENTO E O BEM-ESTAR

The biophysical environment, the development and welfare.

Wilma de Assis¹; Felipe Pinto Barros²

RESUMO:

O presente artigo traz considerações acerca da influência do meio biofísico (clima, rochas, solos, águas, vegetação e animais) no desenvolvimento e bem-estar do ser humano. Para isso, busca por meio de aporte teórico considerações e reflexões de autores da ecologia, geografia, física e economia a respeito da natureza e de como os elementos externos à condição humana interagem e influenciam no processo de desenvolvimento. Há uma relação entre elementos físicos com os psicológicos, biológicos e socioculturais, e dessa relação, pode tornar-se mais clara a definição de qualidade de vida e bem-estar.

Palavras Chave: meio biofísico; qualidade de vida; bem-estar.

ABSTRACT:

This paper presents considerations concerning the influence of the biophysical environment (climate, rocks, soils, water, vegetation and animals) in the development and welfare of human being. To do this, searches through theoretical considerations and ideas of authors of ecology, geography, physics and economy regarding the nature and how the external elements to the human being condition interact and influence the development process. There is a relationship between physical elements and psychological, biological and social and cultural elements, and from this relationship may become clearer the definition of quality of life and well-being.

Keywords: Biophysical environment; quality of life; welfare

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento humano e o bem-estar possuem fortes relações com a natureza, muito embora sejam coordenados por leis e políticas socioeconômicas. O ar, os solos e rochas, a água, a cobertura vegetal e os animais, embora sejam elementos externos à condição humana, influenciam e são influenciados pelas atividades do homem, fatos que as leis ambientais procuram normatizar e as políticas socioeconômicas nem sempre levam em consideração.

Da interação entre sociedade/natureza emergem muitas das necessidades humanas que produzem comportamentos e o estado de estar nas pessoas, podendo ser o bem ou o mal-estar.

O bem-estar está em dependência do atendimento das inúmeras necessidades, uma delas diretamente relacionada à dinâmica do meio biofísico. O fator Terra é aqui considerado no sentido de que todas as matérias-primas que fazem parte do processo produtivo pertencem aos elementos das quatro grandes esferas: atmosfera, litosfera, hidrosfera e biosfera. Consideram-se como elementos físicos todos aqueles que pertencem ao meio natural e que atendem necessidades humanas de ordem material e/ou física.

Essa abordagem ampara a ideia de que o avanço no sentido de um desenvolvimento humano e do bem-estar está em concordância com a consideração de que a natureza não é

¹ Doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Paraná (UFPR).
wilmadeassis@hotmail.com

² Bacharel em Direito pelo Centro Universitário Curitiba (Unicuritiba). f_p_b@hotmail.com

inerte. Sendo dinâmica, seus elementos não podem ser vistos apenas pela ótica utilitarista do mercado, apenas como recursos para a produção.

Os significados dos elementos biofísicos são diferentes dos significados dos elementos socioculturais, pois não se compõem de regras de comportamentos, valores, objetivos, estratégias, projetos e relações de poder. Não há como negociar com a atmosfera para que a temperatura do ar se mantenha em determinado grau, como não é possível negociar com a hidrosfera para distribuir água de forma igualitária para todas as regiões. Da mesma forma, não bastam leis afirmativas sobre os direitos individuais e coletivos sobre um ambiente ecologicamente equilibrado para que esta condição seja automaticamente atendida.

Há também uma íntima relação entre elementos físicos com os psicológicos, biológicos e socioculturais, e dessa relação, tem-se a qualidade de vida e bem-estar atrelados ao elemento cultura.

A cultura, vista como um processo do esforço coletivo para conservar a vida, pacificar a luta pela existência ou mantê-la dentro de limites controláveis, produz conhecimentos, e muito do que as ciências da natureza investigam tomam por base esses conhecimentos para torná-los científicos. Exemplo disso é o que Leff (2001) chama de saber ambiental. O conhecimento do povo amazônico sobre plantas e animais e o conhecimento do caranguejeiro sobre o mangue são bons exemplos de saberes ambientais.

A cultura, vista como produto das artes, também produz conhecimento sobre a dimensão externa ao humano, mas trata-se de um conhecimento poetizado pelas formas, cores e sons da natureza externa ao humano. Freyre (1997) observa uma suposta relação entre manifestações de arte com concepções de espaço e levanta a hipótese de que condições tropicais de clima e de luz podem ser favoráveis às artes. Continua sua observação no sentido de que “(...) não só o clima, mas o modo social de vida influenciado por este ou aquele tipo de clima, muito frio ou muito quente, são repercussões nada desprezíveis no comportamento” (FREYRE, 1997, p. 242 e 251). Uma explicação que pode amparar a hipótese de Freyre diz respeito à luminosidade, essencial para o sentido da visão humana perceber imagens, entre elas a paisagem. O que as artes representam no contexto de interpretação da natureza já auxiliou a ciência a reconhecer ambientes já extintos ou transformados ou para reconhecer culturas diversas. Mas, para o objetivo de se discutir a ideia de um desenvolvimento sustentável, atrelado a leis e a políticas públicas, as artes não comportam as explicações necessárias sobre as dinâmicas do meio biofísico.

O bem-estar que aparece como resultado de necessidades atendidas é função de elementos diversos e entre eles, os de ordem biofísica são fundamentais. Como elementos biofísicos estão sendo considerados todos os recursos que saem do meio natural e, transformados ou não pelo processo produtivo, atendem alguma necessidade humana. A Legislação ambiental brasileira contempla quase a totalidade das formas de extração e uso destes elementos, mas mesmo assim ainda se mostra frágil diante do desafio da construção de um desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, para que o desenvolvimento humano não seja apenas uma representação de crescimento econômico e as leis possam de fato ser aliadas para o avanço à sustentabilidade, há a necessidade de se reconhecer com maior expressão o papel da diversidade da vida e da dinâmica natural no campo das ciências humanas e sociais.

Georgescu-Roegen (1971), ao criticar a visão da economia neoclássica, por esta corrente compreender o sistema econômico como auto-suficiente e auto-contido, percebendo erroneamente o meio ambiente como passivo, alega que somente desta forma foi possível a não identificação das limitações ecológicas no funcionamento do sistema. Este autor afirma ainda que se o sistema econômico não mantém apenas relações tênues com outros sistemas, é necessário realizar um esforço para definir as fronteiras desse sistema e detalhar a natureza de tais relações. Continua suas afirmativas de que se faz necessário considerar que o processo

produtivo econômico não é isolado e autocontido. Esse processo não pode persistir sem um intercâmbio contínuo que altere o meio ambiente de forma cumulativa, e sem ser, por sua vez, influenciado por tais alterações. Essa consideração pode ser validada com a ideia de que entre as necessidades humanas para o bem-estar e qualidade de vida, está a necessidade de um meio ambiente saudável, o que se traduz na qualidade de vida e que a Constituição Federal Brasileira preconiza em seu artigo 225.

2. O Meio Biofísico e o Desenvolvimento Econômico

Conforme considerações de Ayres (1998), Georgescu-Roegen (1971), Branco (1989), entre outros, o crescimento econômico aparece como principal causador de efeitos negativos para o meio ambiente e para a qualidade de vida das pessoas. Essa afirmativa se sustenta pelo simples fato de que o crescimento se dá a partir do aumento da produção e toda produção é dependente, direta ou indiretamente, de recursos naturais. Tais recursos, ao serem transferidos para o processo produtivo, muitas vezes não têm o tempo necessário para se refazerem, significando déficits ambientais ou um modelo destrutivo de crescimento. A esse tempo a ecologia chama de resiliência.

A figura-1 ilustra de que forma o fator de produção *terra* entra no processo produtivo e a maneira simplista como são tratadas as necessidades, o bem-estar e o comportamento do consumidor pela vertente de pensamento econômico neoclássica.

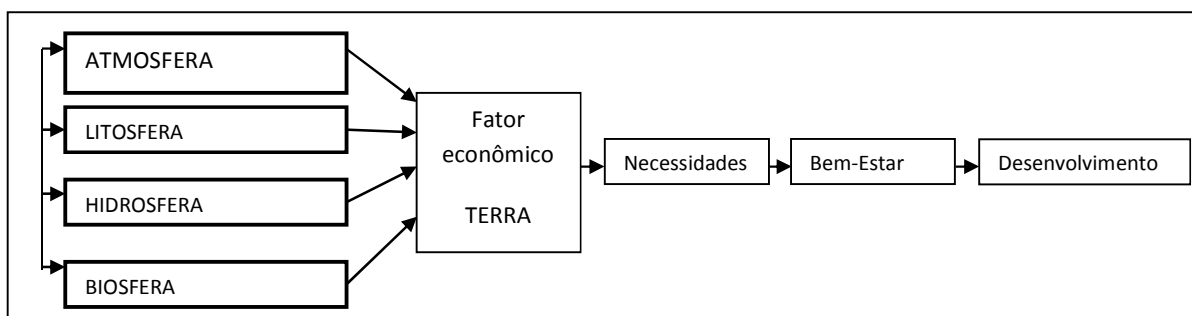


Figura 1: Relação de elementos do meio biofísico com uma visão econômica neoclássica.

Entre as críticas desse modelo tem-se as seguintes: 1) a racionalidade econômica, ao limitar a ideia de desenvolvimento à ideia de crescimento exaure as fontes naturais de recursos representadas pelo meio biofísico; 2) ao restringir a concepção de bem-estar, desconsidera que este inclui um ambiente saudável; 3) não considera a dinâmica do meio biofísico.

Tais críticas se encaminham para a seguinte questão: o enfoque econômico neoclássico desconsidera o funcionamento das dinâmicas naturais onde está a base para o desenvolvimento econômico e humano, assim como para a qualidade de vida e bem-estar. E, com tais desconsiderações, o planejamento, a gestão e as análises sobre desenvolvimento/crescimento econômico atendem mais às necessidades do mercado do que às necessidades humanas como um todo.

2.1 Considerações sobre o conceito de Qualidade de Vida

A qualidade de vida, enquanto necessidade é considerada no presente estudo como uma condição ao bem-estar ampliado. A necessidade de qualidade de vida surge e toma corpo no mesmo momento histórico em que surgem as discussões sobre o termo desenvolvimento

sustentável. Nesse sentido aparece como um reflexo da percepção sobre a poluição, degradação, destruição do meio biofísico.

Na *Conferência de Ottawa*, realizada pela *Organização Mundial de Saúde* em 1986, a expressão qualidade de vida aparece como “um completo bem-estar físico, mental e social” (OMS, 1986, p.1).

No documento resultante dessa conferência, a *Carta de Ottawa*, ficou definido o conceito e o contexto do que se considera promoção da saúde, a partir de uma perspectiva social, política, técnica, econômica e médica. O termo qualidade de vida aparece como promoção da saúde e inclui:

um estado de completo bem-estar físico, mental e social. Os indivíduos e grupos devem saber identificar aspirações, satisfazer necessidades e modificar favoravelmente o meio ambiente. A saúde deve ser vista como um recurso para a vida, e não como objetivo de viver. Nesse sentido, a saúde é um conceito positivo, que enfatiza os recursos sociais e pessoais, bem como as capacidades físicas. Assim, a promoção da saúde não é responsabilidade exclusiva do setor saúde, e vai para além de um estilo de vida saudável, na direção de um bem-estar global (OMS, 1986, p.1).

A intensificação do uso do termo qualidade de vida esteve inicialmente atrelada ao movimento das cidades saudáveis e promoção da saúde, movimento que centrou seus objetivos em mudanças de práticas, individuais e coletivas, na busca pela qualidade de vida. Entre as condições para o seu alcance, citadas na *Carta de Ottawa*, estão: paz, habitação, educação, alimentação, renda, ecossistema estável, recursos sustentáveis, justiça social e equidade.

A saúde é expressa como o maior recurso para o desenvolvimento social, econômico e pessoal, assim como uma importante dimensão da qualidade de vida.

De acordo com as considerações feitas nessa conferência: “Fatores políticos, econômicos, sociais, culturais, ambientais, comportamentais e biológicos podem tanto favorecer quanto prejudicar a saúde. As ações de promoção da saúde objetivam, através da defesa da saúde, fazer com que as condições descritas sejam cada vez mais favoráveis” (OMS, 1986, p.1).

Ainda na *Carta de Ottawa*, a promoção da saúde é entendida como uma ação que envolve inextricáveis ligações entre a população e seu meio ambiente. Sua orientação é para:

cada um a cuidar de si próprio, do outro, da comunidade e do meio ambiente natural. A conservação dos recursos naturais do mundo deveria ser enfatizada como uma responsabilidade global. Mudar os modos de vida, de trabalho e de lazer tem um significativo impacto sobre a saúde. Trabalho e lazer deveriam ser fontes de saúde para as pessoas. A organização social do trabalho deveria contribuir para a constituição de uma sociedade mais saudável. A promoção da saúde gera condições de vida e trabalho seguras, estimulantes, satisfatórias e agradáveis (OMS, 1986, p.1).

Os elementos que definem a qualidade de vida estão, aqui, diretamente relacionados aos elementos e dinâmicas do meio biofísico externo ao ser humano. O ar, a água, a terra, as florestas dizem respeito a esses elementos e suas dinâmicas. Tanto os cinco sentidos humanos quanto os tipos de necessidades humanas possuem algum tipo de relação com o meio biofísico. Da qualidade dessa relação se estabelece o nível de qualidade de vida.

A qualidade de vida, a partir do meio biofísico, pode ser correlacionada, por exemplo, às necessidades fisiológicas, as quais não se definem apenas pela quantidade, mas também pela qualidade. Se a qualidade de vida estiver correlacionada às necessidades emocionais ou sensíveis, define-se pela sua caracterização, ou seja, uma paisagem não conspurcada pode ser um indicativo de qualidade de vida. Esse indicativo pode remeter ao que Cavalcanti (2001)

chama de bem-estar espiritual; ou ao que Viola (1996) chama de promover o lazer gozado de modo inteligente.

Na figura 2 ilustra-se a ideia da qualidade de vida como diretamente relacionada ao meio ambiente e ao bem-estar.

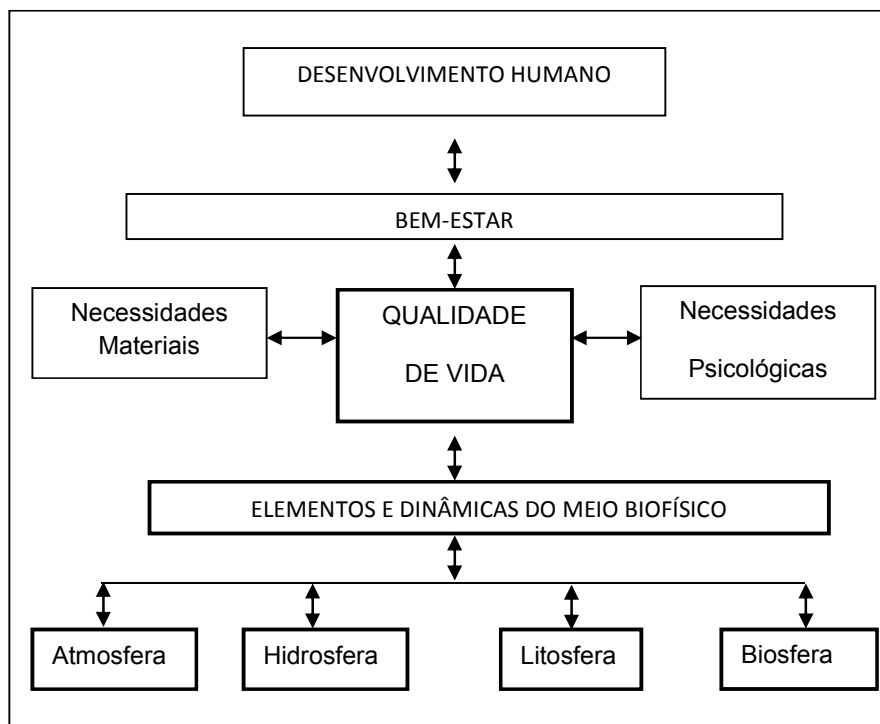


Figura 2: O meio biofísico e o bem-estar.

A necessidade de tempo relaciona-se ao meio biofísico, além dos outros motivadores citados, por meio do conceito de resiliência. Trata-se de um conceito importante para se compreender o porquê da insustentabilidade.

3. O CONCEITO DE NATUREZA

Elementos do meio biofísico ou da natureza externa ao ser humano sempre provocaram reações diversas nas pessoas. Merleau-Ponty (2002) faz um histórico das mudanças de concepções sobre natureza. Inicia com Aristóteles e os estóicos; passa pelas concepções judaico-cristãs; por Descartes e Newton; Kant; Brunschvicg; Schelling; Bérgeon; Sartre; Laplace até Lorenz. Discute a animalidade, o corpo humano e a passagem à cultura, através de estudos sobre o comportamento.

Também Deléage (1993), retorna às ideias dos filósofos da Grécia clássica para demonstrar modos de pensar de sociedades com diferentes conceitos e valores daqueles que se inscrevem na vida contemporânea.

Segundo Merleau-Ponty (2002), a concepção de natureza de Descartes é influenciada pelo movimento intelectual do séc. XVIII, caracterizado pela centralidade da ciência e da racionalidade crítica no questionamento filosófico, o que implica recusar todas as formas de dogmatismo, de doutrinas políticas e religiosas tradicionais.

Descartes questiona as concepções judaico-cristãs do infinito sublimado em Deus e manifesta sua posição racional diante das crenças religiosas sobre a natureza. Refuta a ideia de

infinito e argumenta que o mundo produzido por Deus é constituído de ordem e finalidade e pode ser pensado segundo fins. Entretanto, a finalidade e a causalidade, em Descartes, não se distinguem, ou seja, “essa indistinção exprime-se na imagem da máquina, a qual mistura um mecanismo e um artificialismo. (...) A natureza é o funcionamento automático das leis que derivam da ideia de infinito” (apud MERLEAU-PONTY, 2000, p.13).

Merleau-Ponty demonstra que os argumentos de Descartes sobre as leis e finalidades de Deus e da natureza recebem várias contestações, entre as quais a de Leibniz, com a seguinte argumentação: “A natureza como sistema de leis torna supérflua a presença de forças que lhe sejam interiores; a interioridade está toda em Deus” (MERLEAU-PONTY, 2000, p.13).

Deléage (1993) também analisa a concepção de natureza enraizada entre os cristãos. Lembra que o principal representante religioso da ecologia foi, e ainda é, São Francisco de Assis, o qual procurou substituir a ideia de uma dominação ilimitada do homem sobre a criação, conforme algumas orientações bíblicas.

A palavra natureza é usada com frequência em contextos diversos. Natureza pode ter duas conotações: natureza humana e natureza externa ao ser humano. A primeira expressa uma combinação específica das qualidades originais da condição humana, seus sentidos, seus sentimentos, suas necessidades. A natureza como externa aos seres humanos significa o mundo físico ou material, que existe independentemente das atividades humanas. É a natureza representada como o conjunto dos elementos que formam os mares, as montanhas, as florestas, os animais, que no meio acadêmico estão nas quatro grandes esferas.

3.1 Natureza como Elementos e Dinâmica do Meio Biofísico

Conforme mostram estudos das áreas da ecologia, física e geografia, a vida depende dos atributos do mundo físico. A evolução de todos os organismos vivos acontece em resposta às condições prevalentes no mundo físico, o qual tanto proporciona o contexto para a vida como limita a sua expressão. Seres vivos afetam e são afetados pelo mundo físico. A explicação de Ricklefs para essa afirmativa é que:

Seres vivos também afetam o mundo físico. Os solos, a atmosfera, os lagos e os oceanos, e muitas rochas sedimentares possuem suas propriedades, em parte, devido às atividades de plantas e animais. Embora elas se distingam dos sistemas físicos, as formas de vida, contudo, funcionam dentro dos limites impostos pelas leis físicas. Os sistemas biológicos, então, operam sob os mesmos princípios que os sistemas físicos, mas uma importante diferença os separa. Nos sistemas físicos, as transformações de energia sempre seguem o caminho de menor resistência, e assim agem para minimizar as variações no nível de energia através de todo o sistema. Nos sistemas biológicos, o organismo transforma energia de tal forma que ele permanece fora do equilíbrio com as forças da gravidade, fluxo de calor, difusão e reação química. As condições físicas dentro do corpo do organismo frequentemente diferem dramaticamente daquelas dos seus arredores. Quando os organismos se movem, eles sobrepõem a gravidade e trabalham contra a resistência do mundo físico. Num certo sentido, o uso da energia de um organismo é o seu segredo de vida (RICKLEFS, 1993, p.1).

De acordo com Ricklefs (1993), a estrutura e o funcionamento do organismo são determinados por um conjunto de instruções genéticas herdadas e por influências do meio ambiente no qual o organismo vive. O seu sucesso como entidade ecológica depende de ele ter um balanço positivo de energia e matéria que sustentem a sua manutenção, crescimento e reprodução. Mas esse balanço energético está relacionado a outros fatores, como o tipo de solo, de águas, de luminosidade, de temperatura.

Para Ricklefs, há três efeitos diretamente relacionados à temperatura, ou seja:

O primeiro efeito é que o calor aumenta a energia cinética das moléculas e, por isso, acelera as reações químicas; a taxa dos processos vitais normalmente aumenta de duas a quatro vezes para cada 10°C de aumento na temperatura em todos os parâmetros fisiológicos. O segundo é que as enzimas e outras proteínas tornam-se menos estáveis sob altas temperaturas e podem não funcionar apropriadamente ou não conservar a sua estrutura. O terceiro é que o nível da energia térmica nas células influencia a formação das proteínas, as quais equilibram os movimentos cinéticos naturais induzidos por calor e as forças de atração química entre as diversas partes da molécula. Semelhantemente, as propriedades físicas das gorduras, as quais residem nas membranas celulares e as quais muitos animais acumulam como reserva de energia alimentar, também dependem da temperatura. (RICKLEFS, 1993, p.26)

Essa citação colabora com a compreensão da relação entre temperatura e bem-estar ou necessidades fisiológicas térmicas.

A influência do tempo e do clima sobre o homem e suas atividades pode ser maléfica ou benéfica, ou, em outras palavras, pode colaborar com o estado de bem ou mal-estar.

Nesse mesmo sentido, também Mendonça afirmou ser o clima, “(...) um dos principais fatores a influenciar os diferentes tipos de adaptações do homem na superfície do planeta, podendo influenciá-lo positiva ou negativamente” (Mendonça, 2001, p.23).

Há reações fisiológicas diante do clima que independem da vontade ou preferências humanas, como, por exemplo, o processo de troca de energia e manutenção de um equilíbrio dinâmico da temperatura do corpo. Dessa reação natural, há efeitos ou estímulos no comportamento, como ocorre com a necessidade de vestuários adequados para a realização do bem-estar ou conforto térmico.

Sobre esse assunto, Ayoade considera que na medida em que as condições climáticas diferem espacialmente e influenciam no metabolismo do corpo humano, surge uma questão já estudada, principalmente pelos climatólogos, no sentido das interfaces e complementaridades entre clima e sociedade, clima e comportamento, envolvendo a correlação clima e bem-estar ou clima e mal-estar. Segundo Ayoade:

Ainda que se reconheça que o aspecto climático seja apenas uma parcela do grande enfoque do bem-estar humano, a saúde humana, a energia e o conforto são afetados mais pelo clima do que por qualquer outro elemento do meio ambiente. As funções fisiológicas do homem respondem às mudanças no tempo atmosférico. (...). O conforto fisiológico do homem é determinado, principalmente pela temperatura, pelo vento e pela umidade” (AYOADE, 1996, p.189-0).

A energia é então, um elemento importante a ser estudado quando se busca compreender melhor os significados de bem-estar e qualidade de vida, pois é ela também a responsável pela geração de vida.

Sobre a transformação de energia em trabalho Prigogine e Stengers salientam que:

A maior parte da energia que o ecossistema necessita lhe é externa, embora possa existir energia acumulada, de alguma forma, no seu interior (por exemplo, a energia da gordura dos seres vivos) e a fonte básica de energia externa é a luz solar. Essa energia é captada pela clorofila das plantas e acumulada como energia química nas moléculas orgânicas sintetizadas no processo de fotossíntese. Tendo como ponto de partida as plantas – chamadas organismos *produtores* –, desenvolve-se no ecossistema uma cadeia alimentar que inclui animais herbívoros – denominados *consumidores primários* –, que se alimentam da matéria orgânica produzida pelos vegetais, dela construindo seus corpos e obtendo a energia necessária para suas

atividades; por animais carnívoros, ou predadores, os *consumidores secundários*, que se alimentam dos herbívoros (e de outros carnívoros), dos quais obtêm matéria orgânica para o próprio crescimento e energia para suas atividades. O ciclo se completa com os microorganismos – ou *decompositores* –, que consomem organismos mortos e outros dejetos orgânicos, deles retirando matéria e energia e gerando nutrientes, boa parte dos quais são novamente absorvidos pelos *produtores*. Há, portanto, um fluxo contínuo de energia dentro do ecossistema, mas é fundamental a contínua captação da energia primária oriunda do sol. (PRIGOGINE e STENGERS, 1984, p.119)

Diante das críticas que o pensamento econômico neoclássico recebe pela vertente da economia ecológica, pode-se dizer que o conhecimento sobre o papel da energia no processo evolutivo da vida foi deixado de lado ou esquecido pela ciência econômica, até que Georgescu-Roegen (1975) passou a relacionar aspectos da economia com leis da termodinâmica.

O físico alemão Rudolf Clausius, um dos pais da termodinâmica, formulou as duas leis da termodinâmica da seguinte maneira: A primeira lei diz que a energia do universo é constante; a segunda lei diz que a entropia se move continuamente no sentido de um máximo.

A entropia é um conceito não muito fácil de ser apreendido, principalmente no campo das ciências humanas. É explicado por Georgescu-Roegen da seguinte maneira: “Todas as formas de energia são transformadas em calor”, entretanto, o calor acaba se dissipando. Para que a energia esteja disponível é necessário que ela esteja distribuída de forma desigual; “a energia totalmente dissipada [que se caracteriza por estar uniformemente distribuída] não é mais disponível, não podendo gerar trabalho” (GEORGESCU-ROEGEN, 1975, p. 352).

A conclusão de Georgescu-Roegen é que: “O processo de dissipação de energia é governado pela lei da entropia”. A não disponibilidade da energia de alta entropia é ilustrada pelo oceano. Este contém uma quantidade enorme de energia dissipada, e, portanto, uniformemente distribuída e sem possibilidade de uso para o homem. O exemplo dado pelo autor é que: “Um navio só navega sobre esse enorme repositório de energia de alta entropia se tiver energia de outra fonte, e de baixa entropia, para se locomover” (GEORGESCU-ROEGEN, 1975, p. 352).

Odum (1983) estabelece algumas configurações energéticas elementares intervenientes num sistema complexo, ou seja, a utilização, a captação, a perda, a amplificação, a reciclagem, a troca, o feedback, a união, de energia. O autor demonstra em seus modelos operacionais dois lados dos processos: um deles mostra processos naturais de respiração de animais e plantas, captação de nutrientes e fontes de energia; do outro, os processos artificiais e sociais tais como a utilização de recursos, poluição, turismo e transações monetárias. Processos sem os quais não seria possível compreender a dinâmica evolutiva dos ecossistemas modificados pelas atividades humanas.

Para Odum (1983), ao se explicar o princípio da dinâmica dos sistemas ecológicos, estar-se-ia explicando também a dinâmica social. Deléage salienta que para Odum não existem diferenças entre fatos naturais e sociais, pois nos dois casos está em ação o mesmo princípio de otimização do uso das matérias-primas e da energia (Apud DELÉAGE, 1993).

Alfred Lotka (apud DELÉAGE, 1993), um dos primeiros a definir ecossistema, o compara a uma gigantesca máquina termodinâmica que continuamente dissipa energia em forma de calor.

A definição de Ricklefs (1993) sobre o caminho feito pela energia em um ecossistema é a seguinte:

O ecossistema é todo o complexo de organismos e o ambiente físico que eles habitam. (...) É também uma gigantesca máquina termodinâmica que continuamente dissipa energia em forma de calor. Esta energia inicialmente entra no domínio biológico do ecossistema via fotossíntese e produção vegetal, que proporciona energia para os animais e microorganismos não fotossintéticos. A eficiência ecológica é o produto das eficiências com as quais os organismos exploram suas fontes de alimentos e os convertem em biomassa. Devido à maior parte da produção biológica ser consumida por um organismo ou outro, a eficiência do aproveitamento de um nível trófico inteiro se aproxima de 100%. Por essa razão, a eficiência ecológica depende de dois fatores: a proporção de energia consumida assimilada (a eficiência de assimilação) e a proporção de energia assimilada incorporada ao crescimento, armazenamento e reprodução (a eficiência da produção líquida) (RICKLEFS, 1993, p. 97).

As abordagens da economia ecológica relacionadas à sustentabilidade estão amparadas na descrição de eficiência ecológica de um ecossistema. Essa definição de Ricklefs ampara-se na ideia de que para o desenvolvimento ser mais sustentável, é necessário que o aproveitamento da produção e dos resíduos se aproxime de 100%, como ocorre em alguns ecossistemas.

A eficiência ecológica dos ecossistemas é entendida através do conceito de resiliência sob duas perspectivas: a da ecologia de ecossistemas e da ecologia das comunidades.

Na ecologia dos ecossistemas, a resiliência é observada em termos da resistência de um ecossistema a distúrbios e da velocidade do retorno deste a uma posição de equilíbrio, uma vez eliminados os distúrbios.

Na ecologia das comunidades, a resiliência considera a dinâmica ecossistêmica em situação de múltiplos equilíbrios locais. Nessa concepção, resiliência é o montante de distúrbio que pode ser absorvido pelo ecossistema antes que ocorra mudança fundamental na sua estrutura de controles, que provoque deslocamento de uma dada situação de equilíbrio local a outra (HOLLING, 1995, apud MULLER, 1998).

O ecossistema global é um sistema extremamente não linear e auto-organizado em um estado quase estacionário, que pode sofrer súbita e imprevisível mudança se for suficientemente perturbado. Esse sistema não linear pode pular para um outro estado estacionário, ou mesmo se deslocar de lá para cá entre dois ou mais desses estados. Não há certezas do comportamento dos ecossistemas diante das perturbações (Ayres, 1995, p.8).

Sobre essas incertezas, o comentário de Ayres (1993) é que:

(...) como não conhecemos em detalhe os mecanismos de estabilização para o clima e para vários outros ciclos, não podemos saber qual a perturbação necessária para mover o sistema a um outro estado quase estacionário, ou mesmo para iniciar um movimento no sentido de um verdadeiro equilíbrio, aquele no qual a vida não se sustentaria. Podemos supor que perturbações antropogênicas pequenas não desestabilizarão o sistema. Mas, em relação a alguns materiais (como os gases do efeito estufa), as perturbações ao longo do próximo século poderão levar a situações extremamente perigosas (AYRES, 1993, p. 204-205)

Entre as situações apontadas como importantes de serem consideradas num processo de desenvolvimento sustentável diz respeito ao que Perrings (apud Muller, 1998) aborda no sentido da manutenção da diversidade como fator essencial para a manutenção da própria vida humana:

Os papéis centrais da diversidade de espécies no ecossistema global seriam basicamente dois: (1) as diferentes espécies mediam os fluxos de energia e de matéria – os ecociclos –, determinando as propriedades funcionais do ecossistema; e (2) as espécies fornecem ao ecossistema resiliência face a surpresas, a eventos extraordinários. No seu papel de sustentar ciclos biofísicos no contexto de uma hierarquia de ecossistemas, a diversidade biológica tem, portanto, um valor inestimável para a humanidade; ela é parte fundamental da capacidade de auto-organização do sistema global e, portanto, da sua habilidade de responder a pressões impostas pela degradação antrópica – da sua resiliência. (MULLER, 1998, p. 37)

A definição mais comum de ecossistema é aquela que inclui os seres vivos e o ambiente, com suas características físico-químicas e as inter-relações entre ambos. Essa definição explica o entendimento do sistema econômico ser observado por Georgescu-Roegen como um subsistema de um sistema maior. Outras formas de se definir o ecossistema são: pela biogeocenose, pelo biossistema ou pela holocenose.

O conceito de homeostase também pode amparar o contexto complexo em que se insere o desenvolvimento sustentável. Segundo Branco (1989), o termo homeostase foi criado pelo fisiologista americano Walter Cannon (1871-1945). Pela rubrica da fisiologia, homeostase é o estado de equilíbrio das diversas funções e composições químicas do corpo, como, por exemplo, temperatura, pulso, pressão arterial, taxa de açúcar no sangue etc. A homeostase é como uma espécie de vontade própria observada na natureza.

Para Ricklefs (1993), a homeostase é definida como a habilidade de um indivíduo manter as condições internas constantes em face de um ambiente externo variante. Isso se dá pela regulação de temperatura, pela retroalimentação negativa e pelos custos energéticos da endotermia.

Tauk e Salati (1996) trataram da ideia de homeostase ou capacidade de auto-regulação como um importante fator na compreensão de sistemas abertos, como são os ecossistemas. Descrevem que:

(...) no ecossistema, como em qualquer sistema vivo, há reposição natural de elementos danificados ou desgastados, isso ocorre através da reprodução. O número de elementos resultantes dessa troca é controlado pela predação, mecanismo controlador do sistema. Esse número de elementos também varia com o resultado de mudanças no clima, de variações sazonais e acidentais, da disponibilidade de nutrientes, etc. (TAUK e SALATI, 1996, p. 214)

Tauk e Salati (1996) salientam ser considerável a capacidade de auto-regulação de um ecossistema em reação às variações ambientais que podem ser substanciais. Essa regulação permite que o ecossistema se mantenha em contínuo funcionamento. A essa capacidade de auto-regulação se dá o nome de homeostase.

Além da homeostase e da energia como segredo ou suporte da vida, outros compostos químicos e atributos físicos como a água, os solos, a temperatura, a luz, e o ar são também mantenedores e limitantes da vida. A disponibilidade e qualidade de tais compostos são os que proporcionam uma medida de identificação da qualidade de vida humana.

A disponibilidade de água depende parcialmente da estrutura física do solo e sua habilidade de retenção. Os solos de argila e de silte retêm mais água do que a areia esparsa, através da qual a água é rapidamente drenada. A desconsideração de tais atributos pela política e em análises de investimentos econômicos são fatores que contribuem para a diminuição da qualidade da água e, conseqüentemente, da qualidade de vida (RICKLEFS, 1993).

Quanto à temperatura, também é um elemento do meio biofísico que interfere no bem-estar e no comportamento humano por interferir no conforto térmico.

Outro atributo do meio físico que dá suporte à vida é a luz, fonte primária de energia para o ecossistema. Um dos trabalhos mais complexos produzidos pela dinâmica natural é a fotossíntese, por meio da qual as plantas verdes absorvem e assimilam uma parte da energia/luz irradiada pelo sol. Esse processo é chamado de conversão fotoquímica de energia luminosa em energia química e depende da natureza da substância absorvente. Ricklefs expõe alguns exemplos desse processo:

A água só absorve fracamente a luz, cujos comprimentos de onda característicos caem na região visível do espectro de energia. Como resultado, um copo com água aparece sem cor. Tintas e pigmentos absorvem fortemente alguns comprimentos de onda na região visível, enquanto refletem ou transmitem luzes de cores definidas que se tornam características identificadoras. As folhas das plantas contêm diversos tipos de pigmentos, particularmente a clorofila (verde) e os carotenóides (amarelo), que absorvem luz e aproveitam sua energia (RICKLEFS, 1993, p.32).

De acordo com Ricklefs (1993), a luz do sol se estende muito além do intervalo visível, do ultravioleta ao infravermelho. O ultravioleta é o mais danoso para a sustentabilidade da vida. Nas palavras do autor: “Devido ao seu alto nível de energia, a luz ultravioleta pode danificar células expostas e tecidos. Na medida em que a luz passa através da atmosfera, contudo, a maior parte do seu conteúdo ultravioleta é absorvida, principalmente por uma forma molecular de oxigênio conhecida como ozônio (O_3), que ocorre na alta atmosfera” (Ricklefs, 1993, p.32).

A atmosfera, assim, protege a vida na superfície da terra da maior parte dos comprimentos de onda danosos da luz. A intensidade da luz que tem reflexos na fotossíntese também responde aos níveis de radiação ultravioleta que atingem algumas partes da superfície da Terra, sinalizando, por exemplo, que a degradação da camada de ozônio está progredindo.

O ar também é um atributo indispensável à vida. Segundo Odum (1983), a umidade do ar de uma região é fator fundamental para a definição das características das paisagens. Seu grau higroscópico depende de várias circunstâncias climáticas e geográficas, como o volume de água (de mares, rios, lagos, quantidade de chuvas). Regiões com alta umidade do ar correspondem com elevada densidade e diversidade biológica e a regiões com baixo grau higroscópico, ao contrário, corresponde vegetação tipicamente xerofítica, como acontece nas caatingas.

3.2 O Clima e a Paisagem

Segundo Mendonça (2001), o papel do clima na vida das pessoas não pode ser desprezado. O clima, representado pelo conjunto de condições atmosféricas que caracterizam uma região pela influência que exercem sobre a vida na Terra, influencia e sofre influências do meio ambiente.

O clima aparece como um elemento complexo e significativo em estudos relacionados ao comportamento humano. Segundo Mendonça (2001), é possível encontrar correspondências entre clima e o comportamento agressivo.

O clima próximo à superfície da Terra é influenciado pelos elementos das paisagens (mosaico de heterogeneidade de partes de habitat), através das várias atividades realizadas entre vegetação, fauna e os seres humanos.

Mendonça (2001) considera que:

O clima é um dos principais elementos do meio que exercem influência direta sobre o organismo humano e também sobre a psicologia. Várias

observações e estudos elaborados sobre essa relação, e que remontam à Grécia Antiga, tem ressaltado a manifestação de doenças, endemias e epidemias segundo condições climáticas particulares (MENDONÇA, 2001, p. 160).

Segundo Conti (1998) nas baixas latitudes há grande concentração de calor. Há um intercâmbio de influência entre o oceano e a atmosfera, fator que atua na variação dos níveis de chuva. Águas frias produzem climas secos, pois inibem a evaporação e, por conseguinte, a formação de nuvens de chuva. No caso das águas quentes, ocorre o inverso (CONTI, 1998, p. 18-9).

A sensação de calor em atmosfera úmida (acima de 80%) é mais desconfortável do que em atmosfera seca, em virtude da maior dificuldade de transpiração do organismo. Já em atmosfera muito seca (umidade relativa inferior a 30%) e quente, são muito comuns as irritações na pele e problemas respiratórios. A temperatura experimentada por um organismo vivo, incluindo o homem, depende da temperatura do ar, bem como da perda de calor proveniente daquele organismo. Essa temperatura é denominada temperatura fisiológica e varia com os indivíduos, dependendo de suas características - como constituição física e peso, tipo de vestuário, atividades físicas ou trabalhos nos quais estejam engajados, dieta, estado de saúde, idade, sexo, estado emocional e do grau de ajustamento às condições climáticas predominantes (AYOADE, 1996).

A temperatura fisiológica é uma função do meio ambiente térmico circundante e da eficiência e velocidade da evaporação. O meio ambiente térmico circundante é determinado pelo equilíbrio entre o ganho e a perda de radiação. A eficiência e a velocidade de evaporação são controladas por três fatores, a saber: a umidade do ar, a velocidade do vento e o grau de exposição à luz solar.

O tempo e o clima no contexto das ciências ambientais ilustram a ideia de que os quatro domínios globais – a atmosfera, a hidrosfera, a litosfera e a biosfera – não se superpõem uns aos outros, mas continuamente permutam matéria e energia entre si.

Nesse sentido, o bem-estar humano pode ser investigado também a partir dos quatro grandes domínios globais do meio biofísico, em relação aos efeitos das permutações entre matéria e energia. Isso foi o que Georgescu-Roegen fez ao incluir o estudo da lei da entropia aplicado à economia.

Se o clima influencia diretamente as plantas, os animais (incluindo o homem) e o solo, é natural que a qualidade de vida esteja relacionada a esse elemento do meio biofísico.

Por outro lado, o clima, particularmente perto da superfície terrestre, é influenciado pelos elementos da paisagem, da vegetação e do homem, através das suas várias atividades. Ayoade (1996) adverte que os processos geomorfológicos, pedológicos e ecológicos, e as formas que eles originam, só podem ser devidamente compreendidos com referência ao clima predominante na atualidade e no passado.

Ricklefs observa que a paisagem é mais do que a soma das partes de cada um de seus *hábitats*, ou seja:

É a partir da paisagem que se reforça a importância do movimento dos indivíduos (por exemplo, reprodução em um hábitat e alimentação em outro) e matérias entre as partes de hábitat (por exemplo, folhas caindo em riachos e córregos) para a manutenção dos processos ecológicos sobre toda a paisagem. Em síntese, a organização da paisagem influencia a dinâmica da população e a sobrevivência das populações depende tanto dos processos dentro de cada parte das paisagens quanto do movimento dos indivíduos entre as partes (RICKLEFS, 1993, p. 63).

Os processos dinâmicos de transformação das paisagens, suas origens e formas só podem ser compreendidos com referência à escala de tempo e ao clima, as quais são relativas, dependendo de qual organismo as experimenta. Segundo Ricklefs, a maneira como os organismos e as populações respondem às mudanças nos seus ambientes depende da *variação temporal*, ou seja:

(...) cada tipo de variação no meio ambiente tem uma dimensão característica ou escala. As variações entre os dias e as noites têm dimensão de 24 horas. As variações sazonais têm uma dimensão de 365 dias. As ondas atingem uma costa rochosa em intervalos de segundos; tempestades de inverno trazendo chuva podem vir em intervalos de dias ou semanas; furacões podem atingir uma determinada costa em intervalos de décadas. Em geral, quanto mais extrema uma condição, menor a sua frequência (RICKLEFS, 1993, p. 6).

Na medida em que as condições climáticas também diferem espacialmente e influenciam no metabolismo do corpo humano e em sua psique, surgem algumas questões. Algumas já investigadas, outras em fase de investigação. Entre elas estão as interfaces e complementaridades entre clima e comportamento, clima e bem-estar ou até mesmo clima e felicidade, no sentido maior de realização humana.

O modo social de vida, também influenciado pelo clima, apresenta repercussões nada desprezíveis em um estudo que pretenda investigar o bem-estar humano.

4. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

O meio biofísico pode indicar que o desenvolvimento e o bem-estar possuem fortes relações com o meio ambiente natural. A atmosfera, os solos e rochas, as águas dos mares e rios e as florestas com toda sua biodiversidade, embora sejam elementos externos à condição humana, influenciam e sofrem influências de atividades humanas diversas.

Da interação entre pessoas com o meio biofísico emergem muitas das necessidades humanas que geram comportamentos e o estado de estar no mundo, podendo ser o bem ou o mal-estar.

Todo o conjunto de elementos do meio biofísico, além de serem definidores do bem-estar humano, enquanto elementos que atendem as necessidades, são também definidores do processo de desenvolvimento, se sustentável ou insustentável.

Há uma premissa de que sustentabilidade = sustentação = manutenção da vida. Obviamente que a vida não é uma característica puramente humana. Há muitas outras formas de vida, todas inseridas num mundo material, num meio físico. Com isso, ao investigarmos sobre os fundamentos da sustentabilidade estamos relacionando tudo o que diz respeito aos seres humanos (como suas capacidades, comportamentos e atividades) a tudo o que diz respeito à dinâmica natural. À partir desta abertura das fronteiras dos conhecimentos de áreas diversas, permite inserções do campo jurídico não apenas em ações relacionadas ao uso sustentável dos recursos naturais para o sistema econômico, mas abre um imenso espaço para que a legislação ambiental atue também como aliada para a ampliação do atendimento dos direitos individuais e coletivos sobre a qualidade de vida humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYOADE, J.O. **Introdução á Climatologia para os Trópicos**. 4ª ed. RJ: Bertrand Brasil, 1996.
- AYRES, R. U. Cowboys, cornucopians and long-run stability. **Ecological Economics**, v.8, 1993, p. 189-207, 1998.
- BRANCO, S.M. **Ecossistema - uma Abordagem Integrada dos problemas do Meio Ambiente**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1989.
- CAVALCANTI, C. (Org). **Desenvolvimento e Natureza: estudos sobre uma sociedade sustentável**. 3ª ed, Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2001.
- CONTI, J. B. **Clima e Meio Ambiente**. São Paulo: Editora Atual, 1998.
- DELÉAGE, J. P. **História da Ecologia: uma ciência do homem e da natureza**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1993.
- FREYRE, G. **Vida, forma e cor**. RJ: Record, 2a ed., 1987.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. **The entropy Law and the Economic Process** (Cambridge, Mass: Harvard University Press), 1971.
- LEFF, E. **Saber Ambiental**. Petrópolis: Editora Vozes, 2001.
- MENDONÇA, F. **Clima e Criminalidade: ensaio analítico da correlação entre temperatura do ar e a incidência de criminalidade urbana**. Curitiba: UFPR, 2001.
- MERLEAU-PONTY, M. **A Natureza**. Tradução Álvaro Cabral. SP: Ed. Martins Fonte, 2000.
- MULLER, C. **Economia do Meio Ambiente e a preservação das oportunidades das gerações futuras - a economia da sobrevivência**. UnB. NEPAMA, Brasília, 1998.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, 1983.
- OMS (Organização Mundial da Saúde). 1986. **Carta de Ottawa**. Disponível em <<http://opas.org.br/coletiva/uploadArq/ottawa.pdf>>. Acessado em 28/12/2005.
- PROGOGINE, I.; STENGER, I. Order out of chaos: **Man's New Dialogue with Nature**. New York: Bantam Books, 1984.
- RICKLEFS, R. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara, 3ª ed. 1993.
- TAUK, S.; SALATI, E. Ecologia. IN: Sérgio Margulis (Ed.) **Meio Ambiente: Aspectos Técnicos e Econômicos**. Brasília: IPEA, 1996.
- VIOLA, E. A multidimensionalidade da globalização, as novas forças sociais transnacionais e seu impacto na política ambiental do Brasil, 1989-1995. In: FERREIRA, (org) **Incertezas e sustentabilidade na globalização**. Campinas: Ed. Unicamp, 1996.