

# Duas ou três lições de economia do meio ambiente para países subdesenvolvidos \*

Gustavo Maia Gomes \*\*

1. Introdução; 2. Serviços do meio ambiente e bem-estar; 3. Produção de bens e produção de resíduos; 4. Considerações finais.

## Resumo

O artigo investiga as relações entre produto e qualidade ambiental sob dois pontos de vista. No primeiro, a perspectiva de análise é o indivíduo enquanto consumidor de dois tipos de bens: os bens produzidos e os bens naturais fornecidos pelo ambiente. As variações de bem-estar decorrentes de mudanças no consumo destes dois bens são, então, estudadas. No segundo ponto de vista, o enfoque é centrado sobre as condições de produção, sendo feita uma análise rigorosa das condições de validade da função que liga níveis de produção a deterioração ambiental. As conclusões básicas da investigação ressaltam, de um lado, a importância das considerações sobre a qualidade do meio ambiente na avaliação do bem-estar social e de suas variações ao longo de um processo de desenvolvimento e ressaltam, de outro lado, as possibilidades de adiar ou contornar consequências danosas ao ambiente, derivadas do crescimento econômico.

## 1. Introdução

A economia do meio ambiente goza de escassa popularidade, ou até sofre de certa suspeição, nos meios acadêmicos de países subdesenvolvidos. Este preconceito, devido ao qual importantes problemas associados ao desenvolvimento são deixados sem discussão, não se justifica inteiramente, embora seja compreensível, dadas as conotações apocalípticas com que se difundiu a ideologia de proteção ambiental, desde os países industrializados.

A este respeito, o clima de opinião que antecedeu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Esto-

\* Uma primeira versão deste trabalho circulou no curso de mestrado em economia da Universidade Federal de Pernambuco e recebeu comentários, especialmente, do professor Yony Sampaio. Posteriormente, José Luiz Carvalho e outros membros do corpo editorial da *Revista Brasileira de Economia* fizeram observações valiosas sobre alguns pontos da versão primitiva. O autor avalia o produto final agora apresentado como melhor que as versões preliminares e credita às pessoas citadas o mérito deste aperfeiçoamento, sem responsabilizá-las pelos erros remanescentes.

\*\* Professor do curso de mestrado em economia (CME-Pimes) da Universidade Federal de Pernambuco.

colmo em 1972, parece bem elucidativo. Com base na suposição de que a *nave espacial Terra* não suportaria o saque aos seus recursos na escala prometida pela continuação do crescimento econômico e populacional em todos os países simultaneamente, representantes de nações desenvolvidas se prestaram a divulgar propostas de políticas conservacionistas em escala mundial que, na melhor das hipóteses para os subdesenvolvidos, implicariam congelar a atual distribuição de renda, riqueza e poder entre os vários países. A situação chegou a tal ponto que o representante brasileiro na conferência de Founex (preparatória à de Estocolmo), falando pelos países subdesenvolvidos em geral, denunciou que três medidas básicas estavam sendo propostas no delineamento de uma política ambiental em escala mundial: "1) explicitamente, o controle das populações dos países subdesenvolvidos; 2) implicitamente, a fixação de um teto para o desenvolvimento dos países subdesenvolvidos; 3) explicitamente, a redução de emissão dos principais poluentes nos países desenvolvidos" (Almeida, 1972). Claramente, as propostas 1 e 2 não poderiam ser aceitas de bom grado por governos de países que, oficialmente ao menos, incluem o desenvolvimento e, às vezes, a *integração* por ocupação de espaços vazios, entre os maiores objetivos nacionais.

O pensamento implícito dos proponentes daquelas políticas foi, com certeza, a idéia de que de alguma coisa semelhante aos *limites do crescimento* se aproximava a economia mundial. Em tais condições, a pregação da catástrofe iminente transforma-se num expediente de pressão para que *os outros* detenham seu crescimento econômico e populacional. A maior parte da ideologia conservacionista mantém este vício de origem e aí residem as causas da desconfiança com que a economia do meio ambiente é encarada nos países subdesenvolvidos. Convém, portanto, afirmar que a orientação normativa do presente artigo não se confunde com essa previsão do caos iminente, de onde o tema meio ambiente derivaria sua importância. Em contraste com tal ponto de vista, a premissa de valor que se defende neste artigo é a crença de que a análise das relações entre desenvolvimento e ambiente se justifica e é importante pelas mesmas razões fundamentais que fazem importantes as controvérsias recentes sobre indicadores sociais, *conteúdo* do desenvolvimento e outras semelhantes.

No caso destas últimas questões, a negação do desenvolvimento, medido pela renda *per capita*, como um objetivo válido em qualquer circunstância, não implica rejeitar as idéias essenciais ligadas à luta pelo desenvolvimento em países subdesenvolvidos. Na verdade, trata-se de reafirmar estes obje-

tivos, desvirtuados pelo culto fetichista a taxas de crescimento do produto. Analogamente, a denúncia de certas consequências negativas ao ambiente derivadas de um tipo de desenvolvimento que não dispensa atenção a este ponto, não implica negar a aspiração de desenvolvimento. Pode, perfeitamente, pretender lembrar que o objetivo almejado não é o progresso das estatísticas, que faz o sossego dos governos autoritários, mas o progresso real, traduzido na melhoria da qualidade de vida da população.

Dentro desta perspectiva, o presente artigo procura apresentar algumas idéias básicas de economia do meio ambiente, selecionadas por sua presumida relevância para o caso dos países subdesenvolvidos. A bibliografia especializada vem crescendo substancialmente nos anos recentes mas, em sua quase totalidade, tem como ponto de partida problemas surgidos nos EUA ou na Europa Ocidental.<sup>1</sup> Essa orientação não torna, pelo fato mesmo, tal literatura inútil para os países subdesenvolvidos mas impõe, pelas razões já aludidas, uma tarefa cuidadosa de seleção dos temas mais relevantes e mesmo de criação de novas linhas de investigação. Uma tentativa neste sentido é feita aqui, sendo de reconhecer, entretanto, o seu caráter preliminar e exploratório.<sup>2</sup>

A idéia básica do artigo é a de analisar as relações entre o nível e o crescimento do produto interno bruto, de um lado, e a qualidade do ambiente, de outro. Esta análise é feita sob duas perspectivas. Na primeira, produto (renda) e qualidade ambiental são estudados como sendo dois *bens* cujo consumo em proporções variadas leva a níveis diferenciados de bem-estar econômico. Procura-se argumentar que a degradação do ambiente é um problema sério mesmo para economias de baixa renda *per capita*. É sério porque a sua não consideração distorce as avaliações de bem-estar que se supõe relacionadas a níveis de produto e é sério porque, com frequência, a degradação ambiental é um custo do aumento do PIB pago exatamente, na sua maior parcela, pelas classes que não estão usufruindo os benefícios deste aumento.

Na sua segunda perspectiva, o artigo busca detectar as relações entre produto e qualidade ambiental do ponto de vista da produção. É feita uma análise rigorosa das condições de validade da função que relaciona aumentos do produto interno a perdas na qualidade do ambiente.

<sup>1</sup> Veja, a respeito, o recente levantamento da literatura feito por A. C. Fischer e F. M. Peterson (1976). Indicando um crescimento recente de interesse na área, das citações feitas (a mais antiga sendo de 1860), 71% referem-se a publicações posteriores a 1969 e 31% têm datas de 1974 a 1976.

<sup>2</sup> Este artigo retoma temas discutidos na seção 4 de Gomes (1975), ampliando-os e introduzindo novos elementos na análise.

A explicitação dos limites de validade e de não-validade desta função permite um considerável enriquecimento do conjunto de políticas econômicas que procurem favorecer o desenvolvimento econômico, acarretando (se inevitável) o menor prejuízo ao ambiente.

Dentro das linhas fundamentais fixadas, o artigo se divide em quatro seções, incluída esta Introdução. Na seção 2 é lançada a hipótese de que os indivíduos derivam utilidade dos serviços prestados pelo ambiente em seu estado natural. Essa idéia tem recebido crescente ênfase na literatura: incorporada a uma análise de bem-estar, permite a derivação da possibilidade teórica de um efeito perverso do crescimento sobre o bem-estar, idéia hoje admitida inclusive em textos introdutórios. Um resultado algo surpreendente, mostrando a relevância desta possibilidade no caso de uma economia, mesmo de baixa renda *per capita*, cujo produto cresça simultaneamente a um processo de concentração de renda, é conseguido nesta seção, com o emprego da mais elementar técnica de análise.

Na seção 3 procede-se à análise de algumas das implicações do crescimento econômico sobre o meio ambiente, fundamentada em noções que vêm sendo introduzidas na teoria econômica, trazidas da ecologia. Algumas das conclusões básicas divulgadas na literatura, com respeito a este ponto, são vistas como dependentes de hipóteses nem sempre explicitadas. Sugerem-se, com base na análise, certas linhas de atuação da política econômica capazes de evitar ou, pelo menos, adiar conseqüências danosas ao ambiente, decorrentes do crescimento.

Na seção 4 alinham-se considerações finais, incluindo umas poucas sugestões de pesquisas que poderiam trazer informações úteis à definição de políticas de proteção ao ambiente, implicando o mínimo (ou nenhum) sacrifício do crescimento econômico.

## **2. Serviços do meio ambiente e bem-estar**

A idéia de que os indivíduos derivam utilidade do consumo dos bens que compõem a renda nacional é introduzida em qualquer curso elementar de teoria econômica. A economia do meio ambiente não faz qualquer restrição a esta idéia lembrando, apenas, que o ato do consumo não destrói a matéria componente dos bens, apenas a transforma. Esse ponto será retomado na seção 3, não cabendo maior elaboração do mesmo, a esta altura.

Muito menos enfatizada é a noção de que os indivíduos também derivam utilidade do consumo dos serviços prestados pelo meio ambiente em

seu estado natural. Ar puro, águas limpas, climas favoráveis, paisagens não alteradas pelo homem, diversidade de formas de vida e outros elementos presentes no ambiente natural são todos fontes de serviços cujo usufruto incrementa o bem-estar das pessoas de forma exatamente semelhante ao que ocorre com o consumo dos bens produzidos.<sup>3</sup>

Para combinar as idéias dos dois parágrafos anteriores numa análise conjunta, é útil encontrar medidas objetivas para os dois fluxos mencionados. O montante dos bens produzidos posto à disposição de um indivíduo ou comunidade, num dado tempo, tem sua avaliação feita pelas técnicas usuais; a medição dos serviços do ambiente apresenta problemas diversos. Em princípio, pelo menos, a avaliação quantitativa dos serviços do ambiente, por período de tempo, pode ser feita da seguinte forma: construa-se, para começar, uma medida para a *deterioração do ambiente*, entendida como variável-estoque e que represente um índice de perdas de qualidades naturais do ambiente que o faziam gerador de serviços para as pessoas. É sabido já existirem estimativas de alguns índices desta natureza.<sup>4</sup> Chame-se esta magnitude de  $Z$ . Uma medida óbvia da qualidade do ambiente será, então, o inverso de  $Z$  que pode, pela referência a *qualidade ambiental*, ser designada por  $Q$ . Se se admitir que a magnitude do fluxo de serviços gerado por um ambiente guarda uma relação constante com sua qualidade (estoque), então já se tem solucionado conceitualmente o problema de definir uma medida para este fluxo. Chame-se  $Q^*$ , pois, a magnitude dos *serviços do ambiente* por período de tempo.

É importante reconhecer os limites mais óbvios de significação de um índice desta natureza. Em qualquer país, a distribuição espacial da poluição e da degradação ambiental deverá ser, sempre, muito desigual.

<sup>3</sup> Apesar de algo óbvia, a qualidade do ambiente natural como prestador de serviços nem sempre foi reconhecida na literatura econômica. Fischer e Peterson (1976, p. 2) atribuem a J. V. Krutilla (1967) a primeira análise sistemática dos usos alternativos dos ambientes naturais. Houve, certamente, consciência deste ponto anteriormente, em alguns autores. Fischer e Peterson citam, a propósito, J. Stuart Mill, que foi além do enfoque clássico, ao enxergar o ambiente como algo mais que uma mera fonte de recursos extrativos, mas não uma análise sistemática das implicações da idéia.

<sup>4</sup> Uma engenhosa proposta de política visando ao controle da poluição, feita por Dales (1968), pressupõe a existência deste índice. Dales sugeriu que a agência governamental responsável pela política poderia fixar, para cada região, um teto máximo de poluição e vender às firmas certificados dando *direitos de poluir* em certas quantidades fixadas (de tal modo que a soma das quantidades contidas nos certificados correspondesse ao nível de poluição máximo admitido). A negociação e renegociação destes certificados criaria, assim, um mercado para os serviços do ambiente como regenerador de resíduos. Para que esta proposta possa ter algum caráter prático é necessário que se defina uma unidade de medida única para os vários tipos de poluição. Já se caminhou um pouco nessa direção e, embora restem problemas, parece ser possível construir um índice objetivo de deterioração do ambiente: níveis de poluição do ar e das águas são calculados correntemente em muitos países, inclusive, para algumas regiões, no Brasil.

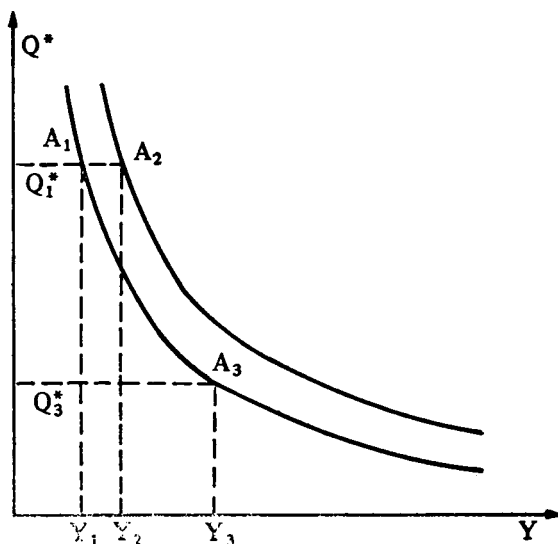
Isso implicará que avaliações da *qualidade ambiental* feitas a nível nacional terão significação reduzida: elas podem esconder a existência de regiões críticas, convivendo num mesmo país em que *na média* a situação ambiental seja boa. Por esta razão, é preferível encarar o índice  $Q^*$  como se referindo a uma região que seja, do ponto de vista da qualidade ambiental, relativamente homogênea. Esta restrição parece necessária tanto aqui quanto no que se refere ao índice de produto nacional: a significação deste índice, quando há concentração pessoal ou regional de renda, também é sabidamente limitada. Apesar de que tal restrição não tenha levado ao abandono do índice de produto nacional, não se procurará defender a utilização do índice de qualidade do ambiente a nível nacional. Sua aplicação se imaginará como limitada a uma área sem sérios contrastes ambientais.

Têm-se, desta forma, dois fluxos de serviços geradores de utilidade: os bens produzidos que, para um indivíduo, são disponíveis em proporção à sua renda real, e os serviços do ambiente, admissivelmente consumidos em quantidades iguais *per capita*, por período de tempo. Mais adiante, faz-se uma qualificação desta hipótese. Ressalte-se que se está admitindo uma assimetria nas condições de consumo dos dois tipos de bens. A quantidade de bens produzidos que um indivíduo não proprietário de capital pode consumir, por unidade de tempo, será proporcional à quantidade de horas trabalhadas por esse indivíduo, supondo que o salário-hora correspondente ao seu nível de qualificação seja dado. Já o consumo dos serviços do ambiente será imposto aos habitantes da região em causa e dependerá exclusivamente do nível de qualidade ambiental, determinado independentemente da ação individual. A justificativa para esta hipótese se assenta no reconhecimento de que, para a maioria da população, a maior parte do tempo de vida é despendido na sua própria residência, no local de trabalho, e no percurso entre um e outro. Em grande medida, o ambiente é prestador de serviços, para estes indivíduos, sobretudo como fornecedor de ar atmosférico com mais ou menos poluentes em suspensão; como fornecedor de vias de transporte mais ou menos congestionadas e como fornecedor de outras qualidades semelhantes que se apresentam, grosso modo, idênticas para todos, numa dada região.

A partir destas hipóteses, pode-se isolar um membro da sociedade e representar, num mapa de curvas de indiferença, as várias combinações de  $Y$  (produto, renda) e  $Q^*$  (serviços do ambiente) que se associam com os vários níveis de bem-estar do indivíduo. É o que se faz na figura 1.

Figura 1

Níveis de bem-estar associados às diversas combinações de renda e serviços do ambiente



Duas situações diferentes são mostradas na figura. Suponha-se que o indivíduo em causa esteja, inicialmente, consumindo as quantidades de  $Q^*$  e de  $Y$  definidas pelo ponto  $A_1$  na curva de indiferença mais à esquerda. Admite-se, como discutido anteriormente, que o nível de qualidade ambiental seja dado para todos os indivíduos da sociedade e que, portanto, estes não tenham nenhum poder de alterar seu consumo de  $Q^*$ . Certamente, esta não seria uma hipótese razoável para aplicar às rendas individuais, ainda que a renda nacional (ou regional) fosse também considerada fixa em cada momento. É perfeitamente claro, entretanto, que em qualquer circunstância na qual  $Q^*$  seja um dado para os indivíduos, o comportamento racional destes os levará a procurar a máxima renda que possam obter, respeitadas suas preferências marginais entre renda e lazer.

Nestas condições, suponha-se que, partindo do ponto  $A_1$ , a sociedade a que pertence o indivíduo em causa experimenta um processo de crescimento econômico sem mudanças na distribuição de renda. Se, além disso, este processo não implicar nenhuma deterioração do ambiente (de tal forma que todos os indivíduos tiveram aumentos proporcionais de ren-

da ao mesmo tempo em que mantiveram estável o seu consumo de serviços do ambiente) então, claramente, o indivíduo em análise e a sociedade como um todo passam a desfrutar de um nível mais alto de bem-estar representado, para o caso do indivíduo cujas preferências estão descritas na figura 1, pelo ponto  $A_2$ , numa curva de indiferença mais à direita.

Admita-se, agora, ainda dentro do mesmo conjunto de hipóteses mencionado anteriormente, que um subsequente aumento da renda nacional (ou regional, ou local) só possa ser conseguido às custas de deterioração do ambiente, mas que essa implicação não seja percebida, pelo menos até que seus resultados apareçam. Nestas condições, seria possível que todos os indivíduos na sociedade experimentassem uma modificação em sua situação semelhante à sofrida pelo indivíduo na figura 1. Este passa de uma situação descrita pelo ponto  $A_2$  para outra na qual ele consome as quantidades  $Y_3$  e  $Q^*_3$  (maior renda, menor quantidade de serviços do ambiente). Nesse caso, houve uma passagem para uma curva de indiferença inferior e o indivíduo (e, nas hipóteses admitidas, a sociedade) experimentou um processo de perda de bem-estar apesar de que, ao mesmo tempo, sua renda tenha crescido substancialmente.

Este resultado é elementar. A objeção óbvia à aplicação desta análise ao caso de um país subdesenvolvido é que, nesta situação, os indivíduos se colocam tipicamente em posições próximas ao eixo vertical: eles têm escassez de serviços derivados dos bens produzidos e abundância de serviços do ambiente (o que implica, na lógica das curvas de indiferença convexas à origem, um valor marginal elevado para  $Y$ , em relação a  $Q^*$ ). A objeção tem fundamento, sem nenhuma dúvida, mas não destrói o argumento teórico que, simplesmente, fornece o instrumental de análise, inclusive para que se chegue a esta conclusão. Em adição a isso, a aplicação do instrumental permite que se perceba que atividades econômicas que incrementem o PIB ao custo de grande deterioração do ambiente podem ser muito menos geradoras de bem-estar, mesmo em países subdesenvolvidos, do que atividades alternativas que, trazendo contudo menor aumento ao produto, deixem o ambiente com suas qualidades praticamente inalteradas. Esse resultado já não é tão elementar. Ou se o é, não tem sido levado em consideração, como regra.

Porém a utilização do instrumental das curvas de indiferença, combinada com a idéia de que tanto o ambiente quanto os bens produzidos são geradores de serviços, pode levantar outras questões mais sérias, na avaliação do desenvolvimento, nas condições em que o mesmo tem ocor-



rido nos países subdesenvolvidos. Para expor o argumento, considere-se um modelo em que a sociedade é dividida em duas classes, perfeitamente homogêneas *em si*, com acesso diferenciado aos aumentos do produto representados pelo crescimento econômico. Sabendo-se que o padrão típico do crescimento dos países subdesenvolvidos tem sido concentrador de renda, não é inadequado estilizar este fato, caracterizando as duas classes pela suposição de que uma delas, cuja renda no início do processo é superior, consegue se apropriar por inteiro de todos os aumentos do PIB. A outra, por consequência, não fica com nenhuma parcela de tais aumentos.

Em contraste com a hipótese de desigual distribuição dos incrementos de produto, entretanto, continuar-se-á admitindo que os serviços prestados pelo meio ambiente, e suas variações, se distribuam de forma indiferenciada entre as classes. É a hipótese segundo a qual a qualidade do ar, das águas, o nível de ruídos e de congestionamentos são idênticos para todos os habitantes da região estudada. É sabido que as coisas não se passam exatamente assim. Na verdade, certas possibilidades abertas às classes de maior renda permitem a estas desfrutar de melhores serviços do ambiente que as demais classes. Por exemplo, residindo em bairros mais valorizados, por menos poluídos; trafegando em vias expressas não utilizadas por veículos de transporte coletivo; monopolizando, por meios variados, o acesso a praias não-poluídas, e assim por diante.<sup>5</sup> Verifica-se, portanto, que a suposição de trabalho segundo a qual os serviços do ambiente se distribuem uniformemente entre as classes *vies*a para mais a avaliação de bem-estar da classe de menor renda. Essa será, entretanto, a suposição adotada no exercício seguinte.

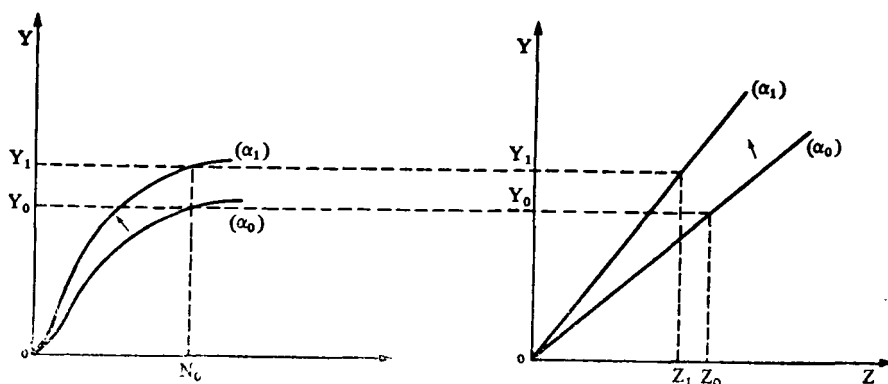
O elemento que falta para este exercício é dado pela hipótese de que o aumento do PIB sempre implica uma redução da quantidade de serviços prestados pelo ambiente natural. Essa idéia é desenvolvida e qualificada na seção seguinte. Por ora, interessa indicar que ela conduz à postulação de uma curva social de transformação  $Y-Q^*$  admissivelmente côncava à origem, tal como a representada no diagrama da esquerda da figura 2.

De posse das hipóteses acima, represente-se, no diagrama da direita da figura 2, a situação inicial de dois indivíduos representativos das duas

<sup>5</sup> Para um estudo empírico comprovando este ponto, em cidades americanas, veja Freeman (1968), citado por Nusdeo (1975, p. 68). Note-se que se o Governo implementa uma política antipolvente financiada, total ou predominantemente, pelas classes de renda mais elevada, isto implicará alguma redução da renda disponível destas classes. Mas não invalida nenhuma das colocações anteriores.

Figura 2

Variações nos níveis de bem-estar: caso de uma sociedade com duas classes



classes pelos pontos  $A_1$  e  $B_1$ , sobre as curvas de indiferença segunda e terceira, respectivamente, da esquerda para a direita. Na posição inicial, o nível de bem-estar do indivíduo representativo da classe de renda mais alta é superior ao do indivíduo de menor renda pelo simples fato de que o primeiro dispõe de maiores quantidades de bens produzidos ( $Y_{B1} > Y_{A1}$ ) para igual consumo de serviços do ambiente ( $Q^*_1$ ). Dado um processo de crescimento do produto interno, representado na curva social de transformação pela passagem do produto de  $Y_1$  para  $Y_2$ , que aumente exclusivamente a renda da classe mais rica, mas que, entretanto, piore o ambiente para ambas, é bastante imediata a conclusão que, neste caso, o crescimento do produto poderá implicar (não necessariamente) um aumento de bem-estar para a classe de renda mais alta, mas acarretará (necessariamente) uma perda de bem-estar para a classe de menor renda. Na figura 2 (diagrama da direita), a piora geral de qualidade do ambiente se reflete na redução dos serviços deste, representada pela passagem para  $Q^*_2$ . A classe de menor renda experimenta essa redução nos serviços do ambiente ao mesmo tempo em que a renda de seus integrantes fica constante em  $Y_{A1}$ . O nível de bem-estar desta classe cai, o que se ilustra na passagem de  $A_1$  para  $A_2$ , numa curva de indiferença mais baixa. A classe mais abastada inicialmente sofre também uma piora no seu consumo de serviços do ambiente mas, em se apropriando de todo o incremento do produto interno (sua renda, no caso do indivíduo típico, passa de  $Y_{B1}$  para  $Y_{B2}$ ), consegue atingir um nível mais alto de bem-estar, representado pelo ponto  $B_2$ .

É claro que esta conclusão de que o bem-estar da classe de renda mais baixa diminui só é rigorosamente válida dentro das suposições restritivas adotadas no exercício da figura 2. Abandonadas estas suposições, especialmente a de que a renda da classe mais pobre não cresce em absoluto, a conclusão já não se segue com o mesmo rigor. De fato, somente seria possível continuar afirmando que o crescimento da poluição diminui o bem-estar desta classe (quando sua renda também está crescendo, embora menos que a das classes mais abastadas) se se conhecesse o perfil de suas curvas de indiferença entre  $Y$  e  $Q^*$ . Fazer afirmações mais específicas sobre o formato destas curvas, entretanto, exigiria o apoio de hipóteses bem menos auto-evidentes. Apesar disto o argumento esboçado na figura 2 pode ser salvo, pelo menos como um recurso heurístico destinado a chamar a atenção para uma possibilidade real: a redução de bem-estar das classes mais pobres, em decorrência do crescimento econômico. Possibilidade que se torna tanto mais provável quanto mais concentrado e poluidor seja o crescimento econômico de um país. Considerando o caráter concentrador do crescimento econômico recente nos países subdesenvolvidos e considerando que os prejuízos ao ambiente causados por este crescimento já se fazem notar para além dos círculos conservacionistas, o resultado derivado acima parece bastante merecedor de atenção ao se avaliarem os benefícios e custos do crescimento do produto, mesmo nos países de baixa renda *per capita*.

Duas noções os exercícios anteriores deixaram claras: a) a adoção do crescimento do produto como um índice de aumento de bem-estar pode ser falaciosa por todas as razões que ultimamente vêm sendo discutidas na literatura sobre indicadores sociais de desenvolvimento e, em adição a estas, porque a não-consideração da perda de qualidade do ambiente associada ao crescimento do produto pode fazer parecer aumento de bem-estar um processo que, na realidade, esteja implicando redução líquida de bem-estar da população; b) o resultado anterior se torna mais provável de acontecer quanto maior seja o nível de renda da comunidade ou então, para um dado nível de renda, quanto maior seja a tendência de concentração na distribuição dos benefícios do crescimento do produto. Neste último caso, a previsão de perda de bem-estar refere-se, especialmente, ao caso das classes desfavorecidas na distribuição de renda (provavelmente a maioria da população). Para estas classes, é provável que o crescimento econômico já esteja significando piora de bem-estar, devido, entre outros motivos, à deterioração do ambiente.

### 3. Produção de bens e produção de resíduos

#### 3.1 As relações entre os sistemas econômico e ecológico

Produzir significa, em quase todos os casos, utilizar energia para transformar materiais. Uma parte do resultado da transformação é calor dissipado; outra parte, resíduos; ainda outra, os bens econômicos. Não há criação de energia, assim como não há criação de matéria. Há perda de energia, mas não destruição de matéria *exceto por aniquilação pela antimatéria*.<sup>6</sup>

Um pouco inesperadamente, também o consumo é um processo de transformação de matéria e energia em matéria (detritos, sucata) e calor. Bens materiais não são destruídos; logo, o consumo destes bens (melhor seria dizer, o consumo dos serviços prestados por estes bens) não os destrói, apenas lhes altera as formas.

Os materiais e a energia a serem utilizados no processo produtivo são retirados do que se propôs chamar *ecosfera*, um conceito mais amplo que o de *biosfera*.<sup>7</sup> Já no processo produtivo, uma parte destes materiais volta à *ecosfera*, transformada em resíduos. Outra parte, composta pelos bens de consumo não-duráveis, retorna rapidamente, transformada em detritos. Uma terceira parte, os bens de consumo duráveis e os bens de capital, vai retornando mais lentamente à *ecosfera*, como resultado de desgaste e, no fim de sua vida útil, como sucata. Fechado o circuito, portanto, em virtude do princípio de conservação da matéria, o peso dos detritos, resíduos e sucatas lançados na *ecosfera* (que tem uma composi-

<sup>6</sup> Ayres e Kneese (1969). Antimatéria, de acordo com Franzini (1974, p. 703) é uma substância "composta de partículas elementares que possuem a massa e a carga elétrica de elétrons, prótons e nêutrons, suas contrapartidas na matéria comum, mas cujas cargas elétricas têm os sinais trocados. Estas partículas são chamadas pósitrons, antiprótons e antinêutrons ou, coletivamente, antipartículas. Prognosticadas primeiro pela teoria, todas as antipartículas foram produzidas em laboratório. Matéria e antimatéria não podem coexistir em proximidade mais do que uma fração de segundo porque uma aniquila a outra, liberando grande quantidade de energia". Tendo em vista que somente em circunstâncias excepcionais é que se processa essa aniquilação, entretanto, pode-se ignorar sua existência e continuar a raciocinar com o princípio clássico de conservação da matéria.

<sup>7</sup> Boulding (1966). Os termos ecológicos mais usados pelos economistas estão definidos na citação abaixo, tirada de Odum (1976, p. 24): "Em ecologia, o termo *população*, originalmente cunhado para significar um grupo de pessoas, é ampliado para incluir grupos de indivíduos de uma dada espécie de organismo. Da mesma forma, *comunidade*, no sentido ecológico (...) inclui todas as populações de uma dada área. A comunidade e o ambiente inerte funcionam em conjunto como um *sistema ecológico*, ou *ecossistema*. Ecossistema é, essencialmente, um termo algo mais técnico para 'natureza' (...). Finalmente, a porção da terra na qual os ecossistemas podem operar, isto é, o solo, o ar e a água, biologicamente habitados, recebe o nome de *biosfera*". O conceito de *ecosfera* abarca "não apenas os fluxos de bens transformados pelas atividades de produção e consumo, como também os fluxos *extra-econômicos* gerados por tais atividades e, ainda, os estoques da *biosfera* no que se refere aos materiais exauríveis, isto é, não-renováveis que ela guarda". (Nusdeo, 1975, p. 17.)

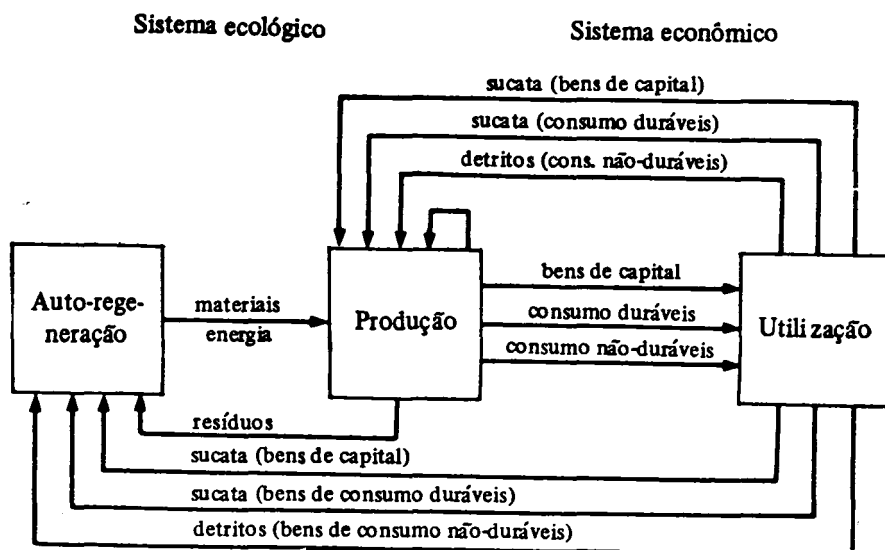
ção diferente da preexistente, pelo menos em termos de proporções entre os materiais) é igual ao peso do que dela foi retirado, exceto pela acumulação de capital, inclusive na forma de estoques de produtos de consumo. O lançamento dos despejos afeta os equilíbrios ecológicos (que garantem condições para a vida) tanto devido à sua composição química diferente da dos materiais originalmente extraídos (por exemplo: retira-se petróleo e lança-se monóxido de carbono) quanto em razão da incidência espacial dos despejos também ser, normalmente, diversa da dos materiais originais. Assim, para manter o mesmo exemplo, o petróleo é retirado do subsolo, ao passo que os detritos resultantes da utilização do petróleo são lançados no oceano, em redor das cidades ou na atmosfera.

O outro lado do problema é, naturalmente, fornecido pela noção básica de que o meio ambiente (a *ecosfera*, neste caso) tem uma capacidade natural de reprocessar os materiais que recebe, transformando-os outra vez, pelo menos parcialmente, em elementos aproveitáveis na atividade econômica. É sabido, entretanto, que este reprocessamento ocorre a uma velocidade finita.

Os elementos reunidos até este ponto, nesta seção, constituem os princípios básicos do enfoque ecológico à economia. Uma representação gráfica das principais idéias enunciadas está na figura 3.

Figura 3

As relações entre os sistemas econômico e ecológico



A figura descreve algumas das trocas de materiais realizadas entre o sistema ecológico e o econômico, assim como a passagem unidirecional de energia. O segundo sistema retira materiais e devolve despejos (materiais transformados), na forma de resíduos, sucatas, detritos. Uma parte desta devolução é feita na fase mesma de produção: gases e líquidos indesejáveis são os exemplos mais comuns. Outra parte decorre da utilização dos bens: os detritos e sucatas estão assinalados na figura, mas existem outros tipos importantes abstraídos ali. Emanações de veículos automotivos, embalagens, vidros, peças desgastadas, podem ser citados. O processo de regeneração natural do ecossistema permite que estes materiais indesejáveis sejam retransformados, pelo menos em parte, em substâncias aproveitáveis na atividade econômica. No segundo período, novamente estas substâncias são utilizadas e transformadas no processo econômico e, outra vez, lançadas como despejos no ambiente. Dentro de certas proporções, essas trocas podem se perpetuar, desde que haja um equilíbrio entre a quantidade de despejos introduzida no ambiente e a capacidade deste em processá-los, evitando acumulação de materiais em proporções capazes de inviabilizar a existência do sistema ecológico. A destruição deste, ou sua transformação num sentido inadequado, implicaria a impossibilidade também de manutenção da atividade econômica.<sup>8</sup>

Além destas relações entre os sistemas ecológico e econômico, há que mencionar as trocas de materiais dentro do sistema econômico, entre suas fases de produção e utilização. Já no processo produtivo, uma parte do que poderia ser considerado resíduo é passível de ser reaproveitada como insumo para outros produtos. Alguns dos *subprodutos* do consumo podem, igualmente, ser reencaminhados não ao ambiente, mas ao sistema produtivo: o aproveitamento de detritos e sucatas são exemplos óbvios.

Importantes implicações podem ser retiradas da análise na figura 3, tendo em vista os princípios até este ponto enunciados. Uma primeira já foi assinalada: em virtude da lei de conservação da matéria, o peso total dos materiais lançados ao ambiente, por período de tempo, é igual ao peso dos materiais dali retirados menos a acumulação de capital no mesmo período. Essa consequência, já descoberta anteriormente (Ayres

<sup>8</sup> A figura e a discussão seguintes decorrem de uma importante *demand*a que o sistema econômico faz sobre o ambiente natural: a demanda por espaço. Da mesma forma que o lançamento de gases tóxicos na atmosfera altera as qualidades naturais do ar (reduzindo os serviços prestados por este como um *bem natural*), também, a utilização de uma área de florestas para a construção de uma cidade ou para a implantação de um campo de pasto, destrói as qualidades naturais da área. Este tipo de agressão ao ambiente (que pode, perfeitamente, incrementar o bem-estar da população, pelo uso alternativo permitido ao ambiente), está associado sobretudo ao tamanho da população componente de um dado sistema econômico.

e Kneese, 1969, p. 284), serve para mostrar que o problema da poluição não pode ser adequadamente tratado como sendo uma ocorrência relativamente rara de deseconomias externas.<sup>9</sup> De outra parte, a observação das trocas de materiais entre as fases do processo econômico permite extrair ainda uma outra consequência importante: uma certa quantidade de insumos utilizados no processo produtivo provém não do sistema ecológico, mas do próprio sistema econômico. O alcance deste discernimento pode ser avaliado ao se compararem duas economias-modelo com características iguais (renda nacional, população, área, composição do produto, entre outras), exceto pela circunstância de que a primeira não reencaminha ao processo produtivo nenhuma parcela dos produtos desgastados pelo uso, enquanto a segunda se utiliza no máximo grau possível deste expediente. É claro que a pressão sobre o meio ambiente, no caso da primeira economia, será muito menor do que no da segunda.

A constatação das trocas de materiais entre os dois sistemas, e entre as fases de produção e utilização permite, ainda, que se tirem outras conclusões. Por exemplo: é possível conceber um *estado estacionário* coexistindo com a deterioração do meio ambiente. Tal ocorrerá quando as quantidades de despejos lançadas anualmente, ainda que se mantenham constantes, excederem a capacidade de auto-regeneração do sistema ecológico. De forma análoga, pode-se visualizar uma economia em crescimento que mantenha um ambiente de alta qualidade: basta que encontre meios de reaproveitar produtivamente quantidades crescentes de materiais. É possível que um outro tipo de deterioração ambiental, devida à demanda crescente de espaço, não possa ser evitado nesta segunda economia (a menos que sua população ficasse constante). Mas isso não anula o alcance do resultado anterior.

### 3.2 Crescimento e deterioração do ambiente

Todas as implicações discutidas até aqui, nesta seção, além de outras, podem também ser obtidas mediante uma análise mais formal. O instrumento básico desta análise é a equação (1) proposta a seguir. Essa

<sup>9</sup> Parece ser essencial à noção neoclássica de *externality* a relativa raridade. Admitir o contrário, para o economista ortodoxo, corresponderia a negar, em definitivo, qualquer significação ou utilidade à demonstração neoclássica de determinação competitiva de um ótimo pareteano. É sabido que a simples existência das *externalities* invalida esta demonstração mas, enquanto se puder admitir que os efeitos externos constituem um fenômeno *relativamente raro*, é possível continuar tentando manter a crença na demonstração neoclássica, pelo menos até certos limites. O que a abordagem ecológica faz, entretanto, é evidenciar que *todas* as atividades econômicas provocam efeitos externos e que, portanto, não é admissível tratar o problema da poluição como se ele existisse apenas para uns poucos setores ou atividades.

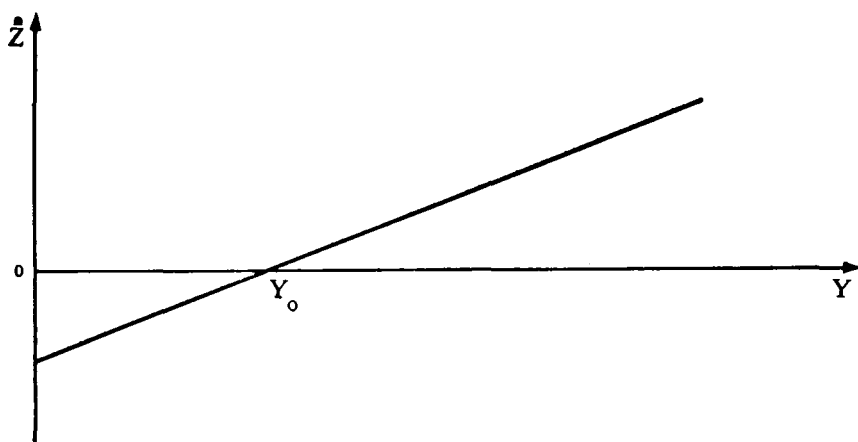
equação relaciona as variações negativas na qualidade do ambiente ( $\dot{Z} = dZ/dt$ , onde  $Z$  tem a definição já adiantada na seção anterior) com a quantidade de despejos lançada no sistema ecológico, por unidade de tempo, que se supõe proporcional ao produto interno  $\{\alpha Y(t)\}$  e com a capacidade auto-regeneradora do ambiente, supostamente uma proporção da quantidade de resíduos nele acumulada. Essa parte da idéia se expressa no termo  $\{\beta Z(t)\}$ . Ou seja:

$$\dot{Z} = \alpha Y(t) - \beta Z(t) \quad (1)$$

Para permitir trabalhar na especificação contínua, pode-se definir o produto interno numa base diária, ao invés de anual, por exemplo. Desta forma,  $\dot{Z}$  mede as variações *instantâneas* na qualidade ambiental;  $\alpha Y$  são as adições *instantâneas* à deterioração do ambiente, enquanto  $\beta Z$  são as subtrações a esta variável, no mesmo período. Para um intervalo infinitesimal de tempo, pode-se representar a equação (1) por meio de uma figura como a seguinte.

Figura 4

Relações entre produto e taxa de deterioração ambiental



A figura 4 mostra de uma maneira bem simples as relações gerais entre níveis de produto ( $Y$ ) e *taxas* de deterioração ambiental ( $\dot{Z}$ ), revelando que, quanto maior  $Y$ , maior também será  $\dot{Z}$ , desde que as condições supostas para a definição da curva se mantenham constantes. A curva representada na figura 4, entretanto, só será estável se o nível de



produto se mantiver constante em  $Y_0$ . Para qualquer outro nível de produto diferente deste (mesmo no caso em que o produto permaneça constante) a curva representativa da equação (1) estará constantemente se deslocando, até que o nível de deterioração ambiental ( $Z$ ) atinja um valor de equilíbrio.

A convergência de  $Z$  para um certo valor finito quando  $Y$  é mantido constante, sugerida pela análise da figura 4, pode ser demonstrada rigorosamente. Isso se consegue integrando a equação (1) (com as suposições de  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $Y$  constantes) e calculando, em seguida, o limite da expressão com  $t \rightarrow \infty$ . Assim, tem-se:

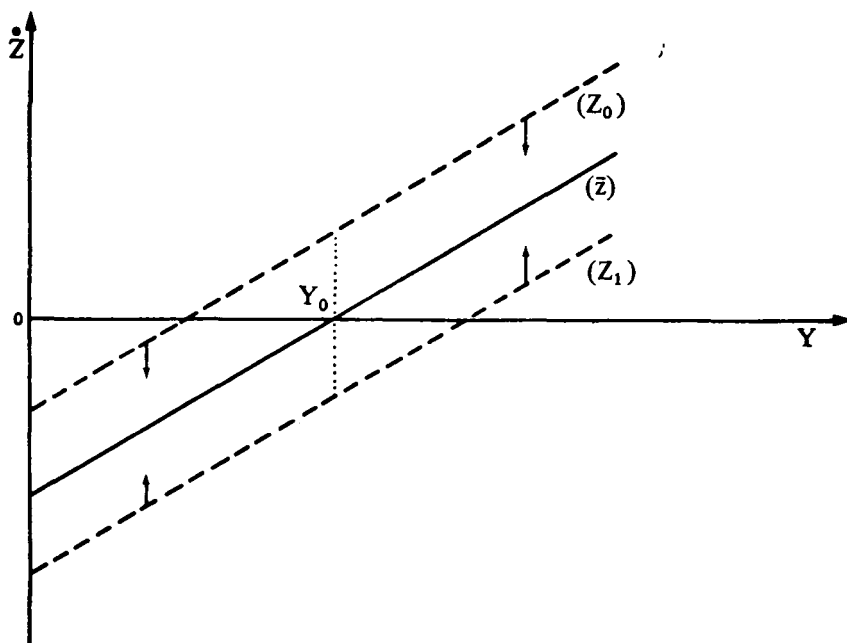
$$Z(t) = \left[ Z_0 - \frac{\alpha Y}{\beta} \right] e^{-\beta t} + \frac{\alpha Y}{\beta} \quad (2)$$

seguinte-se:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} Z = \frac{\alpha Y}{\beta} \quad (3)$$

Figura 5

A convergência do nível de deterioração ambiental



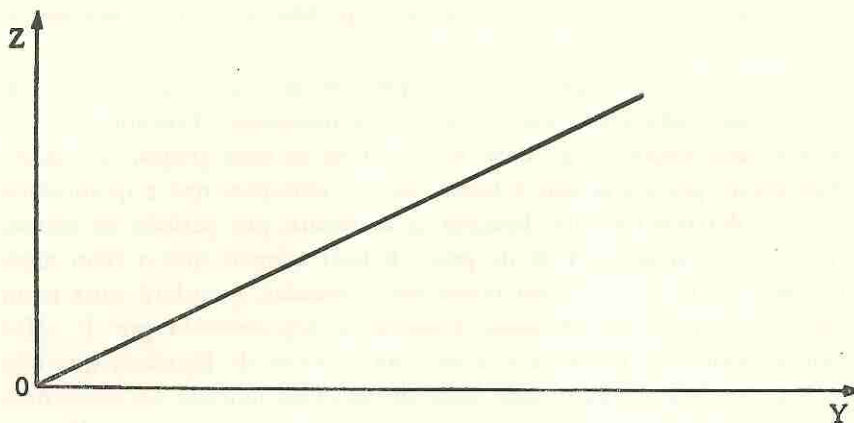
Este resultado pode ser ilustrado graficamente. Para tanto, considerem-se as três curvas da figura 5, que representam posições diferentes para a relação entre  $\dot{Z}$  e  $Y$ . As três curvas estão traçadas na suposição de valores constantes de  $\alpha$  e  $\beta$ . Suponha-se que, em um dado instante, o produto interno esteja constante no valor  $Y_0$  e que o nível de deterioração do ambiente seja  $Z_0$ . A esse par de valores (com  $\alpha$  e  $\beta$  constantes), corresponderá uma certa posição, a linha tracejada superior, para a curva que descreve a equação (1). Esta curva está indicando que, para  $Y = Y_0$ , haverá uma certa taxa de deterioração do ambiente positiva ( $Z > 0$ ). Mas então, por definição,  $Z$  não poderá ficar constante. Consequentemente, o valor de  $Z$ , em crescimento, ultrapassará  $Z_0$ , o que implica um deslocamento para baixo da linha tracejada. Enquanto esta não alcançar (sempre supondo que  $Y$  fica constante) a posição da curva em linha cheia, o deslocamento para baixo continuará. Um raciocínio inteiramente análogo pode ser feito para o caso em que, no instante inicial,  $Z = Z_1$ . Neste caso,  $\dot{Z} < 0$ ,  $Z$  declina e a curva tracejada inferior se desloca para cima, até atingir a posição definida pela curva em linha cheia.

Toda esta análise de convergência de  $Z$  para um certo valor, quando  $Y$  é mantido constante, ratifica algumas das conclusões divulgadas na literatura. Note-se que, sendo válidas as hipóteses incorporadas à especificação da equação (1), a análise feita nos dois parágrafos anteriores indica que a cessação do crescimento levará, sempre, à eventual estabilização da qualidade ambiental, se se admitir a permanência de condições tecnológicas dadas. Isto não contradiz a afirmativa anterior de que seria possível conceber um estado estacionário coexistindo com a deterioração gradativa do ambiente. Porém qualifica esta possibilidade, válida apenas durante um período de ajustamento. Uma consequência de ordem prática pode ser extraída aqui: a previsão de que uma política de cessação do crescimento econômico em países de alta renda pode requerer um período de tempo relativamente grande até que seus efeitos se traduzam numa interrupção efetiva do processo de deterioração ambiental.

De um ponto de vista estático, portanto, as relações entre  $Z$  (nível de deterioração ambiental) e  $Y$  são adequadamente descritas pela equação (3) e podem ser representadas graficamente como na figura 6. Nesta se descreve muito claramente a relação entre  $Z$  e  $Y$ : quanto maior for  $Y$ , maior será o nível de deterioração ambiental para o qual a sociedade caminhará. A posição fixa da curva mostrada na figura 6 depende, obviamente, da constância dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ .

Figura 6

As relações estáticas entre produto e deterioração do ambiente



A consequência mais imediatamente evidente da análise anterior (resumida nas figuras 4, 5 e 6) é a de que quanto maior for  $Y$ , maior tenderá a ser tanto a deterioração líquida do meio ambiente, por período de tempo, quanto o estado final da deterioração, para o qual a sociedade tenderá. Essa é, provavelmente, a conclusão mais ressaltada na literatura sobre as relações entre desenvolvimento e poluição. É certo que a ênfase na postulação desta relação não é uniforme entre os autores. Por exemplo: enquanto Barkley e Seckler são incisivos em afirmar que “qualquer sociedade deve, eventualmente, compreender que o crescimento não se realiza sem custos e que um dos primeiros preços a serem pagos é alguma deterioração do meio ambiente” (Barkley e Seckler, 1972, p. 12), Meadows et alii já assumem uma posição menos dogmática, limitando-se a dizer que “a produção de poluição é uma função complicada da população, da industrialização e dos desenvolvimentos tecnológicos específicos”. (Meadows et alii, 1972, p. 81).<sup>10</sup> As diferenças de ênfase, entretanto, não eliminam a concordância fundamental.

A vista desta concordância generalizada, torna-se importante observar que a validade de uma relação direta entre produção de bens e deterioração ambiental depende de certas hipóteses que não têm sido deixadas tão explícitas quanto seria de desejar. De um ponto de vista formal, à luz

<sup>10</sup> Meadows et alii (1972, p. 81). Outros autores poderiam ser citados, entre eles Furtado (1974, p. 16-7), Mishan (1971, p. 11) e Jurgensen (1976, p. 106).

da equação (1), a conclusão de que a níveis mais altos de produto devem corresponder maiores taxas de deterioração ambiental está condicionada à constância de  $\alpha$  e de  $\beta$ . Se estes dois parâmetros forem transformados em variáveis, dependentes de  $t$ , já não se seguirá necessariamente aquela mesma conclusão.

É útil, assim, investigar de que dependem os valores assumidos por  $\alpha$  e por  $\beta$ , em cada economia, ou em cada momento. Considere-se primeiro a determinação de  $\alpha$ . Para separar bem os dois grupos de fatores (os que atuam por  $\alpha$  e os que o fazem por  $\beta$ ), admita-se que a quantidade de resíduos, detritos e sucatas lançada ao ambiente, por período de tempo, seja medida por uma unidade de peso. É fácil admitir que o valor assumido por este índice, expresso talvez em toneladas, guardará uma certa relação com o nível de atividade econômica, representado por  $Y$ . Mas também é evidente, depois da análise feita a partir da figura 3, que não só de  $Y$  dependerá a quantidade total de despejos lançada ao ambiente. A inspeção do diagrama de fluxos sugere algumas outras dependências: a taxa de acumulação de capital, a percentagem de detritos, resíduos e sucatas reaproveitadas no processo produtivo, a extensão da vida útil dos bens duráveis são imediatamente evidentes. A composição do produto interno também influi de modo inegável sobre o valor de  $\alpha$ , já que não constitui uma hipótese razoável a de que a quantidade de despejos lançada ao ambiente como decorrência da produção e do consumo dos vários bens mantenha uma relação fixa com os valores adicionados. Uma tonelada de plásticos pode valer tanto quanto um relógio de pulso, mas a produção e o consumo do primeiro bem provavelmente implicará muito maior pressão sobre o ambiente. Na mesma linha, é possível que o volume de despejos relacionado à produção de serviços, ou no seu consumo (os serviços, não tendo expressão material, não demandam o reprocessamento de detritos pelo ambiente) seja menor que o volume correspondente a outros tipos de bens.

A determinação de  $\beta$  depende, analogamente, de certos fatores que podem ser postos em evidência.  $\beta$  mede a taxa de regeneração do ambiente. Reflete, portanto, a capacidade do sistema ecológico de reprocessar os materiais economicamente indesejáveis que lhe são lançados, transformando-os em elementos passíveis de serem reaproveitados pelo sistema econômico (ou, pelo menos, em elementos inofensivos ao homem). Esse enunciado torna imediatamente perceptível que a taxa de auto-regeneração do meio ambiente depende, em primeiro lugar, da própria composição dos materiais que lhes são despejados. O exemplo dos detergentes biodegra-

dáveis se sugere por si só. Na verdade, todo o reprocessamento de resíduos exigido pelas normas antipoluentes nos países que implantaram políticas ambientais assume, em parte, o aspecto de reciclagem de materiais (atuando sobre  $\alpha$ ) e, noutra parte, o de transformação destes resíduos, de modo a tornar mais fácil a sua absorção pelo meio ambiente (atuando, portanto, sobre  $\beta$ ). Dado que, mesmo independentemente da atuação de qualquer política, pode-se supor que produtos diversos trazem associadas com sua produção e consumo qualidades diferentes de resíduos, fica claro que um dos fatores determinantes de  $\beta$  é a composição do produto interno. Outro fator, que mais facilmente ainda se admite, está relacionado com as técnicas de produção. Pode-se ter, assim, para um mesmo nível de produto, valores diferentes para  $\beta$ .

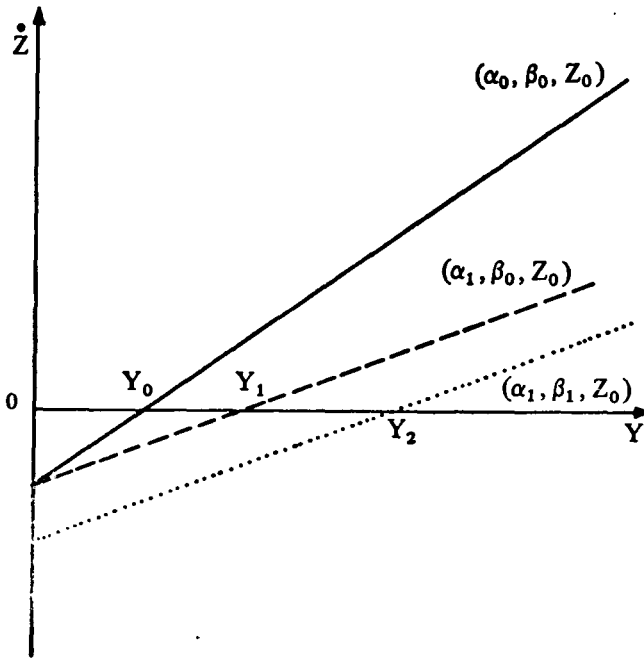
Conclui-se, desta maneira, que os valores de  $\alpha$  e de  $\beta$  se determinam em função de várias circunstâncias e que, particularmente, podem ser afetados por medidas de política econômica e de planejamento. A conclusão pessimista de que níveis altos de produto implicam maiores taxas de deterioração do ambiente fica, por tais razões, consideravelmente qualificada, como se pode perceber da análise gráfica feita com base na figura 7.

As três curvas da figura constituem representações alternativas (para diferentes valores de  $\alpha$  e  $\beta$ ) da equação (1), no plano  $\dot{Z} - Y$ . O nível de deterioração ambiental implícito nas três curvas é o mesmo designado por  $Z_0$ . Cada uma das curvas descreve a noção básica de que a um nível mais alto de produto corresponderá uma maior taxa de deterioração ambiental. Entretanto as posições das três curvas são diferentes, refletindo diferentes suposições com respeito aos valores dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ .

A análise da figura pode começar a partir da curva mais à esquerda, traçada em linha cheia. Para determinados valores  $\alpha_0$  e  $\beta_0$ , mostra-se que haveria um nível de renda  $Y_0$  que seria o máximo compatível com a manutenção de uma qualidade do ambiente constante ( $\dot{Z} = 0$ ). Esse teto, entretanto, não é inflexível. Nos termos do modelo aqui proposto, o nível-limite do produto compatível com uma qualidade constante do ambiente está condicionado a determinados valores de  $\alpha$  e  $\beta$ . Suponha-se que, por qualquer razão (por exemplo, por efeito de uma política econômica deliberada) haja uma mudança de  $\alpha_0$  para  $\alpha_1$ . Isso poderia estar simplesmente traduzindo o resultado do prolongamento da vida útil dos bens duráveis, protegidos da rápida obsolescência devida à introdução de novos produtos. Ou poderia resultar da descoberta de utilização produtiva para alguns dos resíduos (descoberta esta, em si, um fator de aumento do produto). Ou, ainda, poderia estar refletindo uma mudança na com-

Figura 7

Mudanças nas relações entre produto e taxa de deterioração ambiental



posição do produto interno, favorecendo maior produção de bens aos quais correspondesse menor quantidade de resíduos e sucatas, na produção e utilização. A consequência última destas mudanças está representada na figura pelo deslocamento da curva até a sua posição intermediária, representada em linha tracejada. Agora, o nível do produto máximo compatível com a preservação de uma qualidade constante do ambiente ficou sendo maior (passou para  $Y_1$ ). Pode haver crescimento, nesse meio tempo, sem degradação do ambiente, mesmo se no instante inicial já se comesçassem a perceber os sinais desta degradação.

Uma nova mudança na curva, para a posição de linha pontilhada, mostra ainda outra possibilidade de elevar o teto de saturação do ambiente, agora mediante mudanças em  $\beta$ . Mudanças na composição do produto, num sentido de maior produção de bens cujos resíduos sejam mais facilmente assimilados pelo ambiente, e mudanças nas técnicas de produção

são as duas principais possibilidades aqui, dentre aquelas que não trazem nenhuma redução necessária no produto. O nível-limite deste, compatível com  $\dot{Z} = 0$ , é novamente elevado, agora para  $Y_2$ .

Os resultados sugeridos pela análise da figura 7 e pelo menos mais um resultado, de percepção menos imediata, podem também ser alcançados com os métodos do cálculo diferencial. A expressão que fornece o valor de  $Y$  compatível com  $\dot{Z} = 0$  (e, portanto, com  $Z$  constante), dedutível diretamente da equação (1), é a seguinte:

$$Y = -\frac{\beta Z}{\alpha} \quad (4)$$

tem-se, pois:

$$\frac{\delta Y}{\delta \alpha} < 0; \frac{\delta Y}{\delta \beta} > 0; \frac{\delta Y}{\delta Z} > 0$$

Ou seja: o nível de produto que permite uma qualidade constante do ambiente: a) reduz-se quando as técnicas de produção se tornam mais produtoras de despejos, ou quando diminuem o reaproveitamento destes despejos; b) eleva-se quando cresce a taxa de auto-regeneração do ambiente, por sua vez dependente do tipo de despejos recebido; e, finalmente, c) aumenta com o crescimento do nível de deterioração do ambiente que a comunidade julga aceitável. Este resultado aparece apenas a esta altura. Ele indica que, mesmo depois de esgotadas todas as possibilidades de impedir os efeitos danosos do crescimento econômico sobre o meio ambiente, uma sociedade pode tomar a decisão racional de continuar crescendo, desde que avalie os benefícios deste crescimento como superiores aos seus custos em termos de degradação do ambiente.

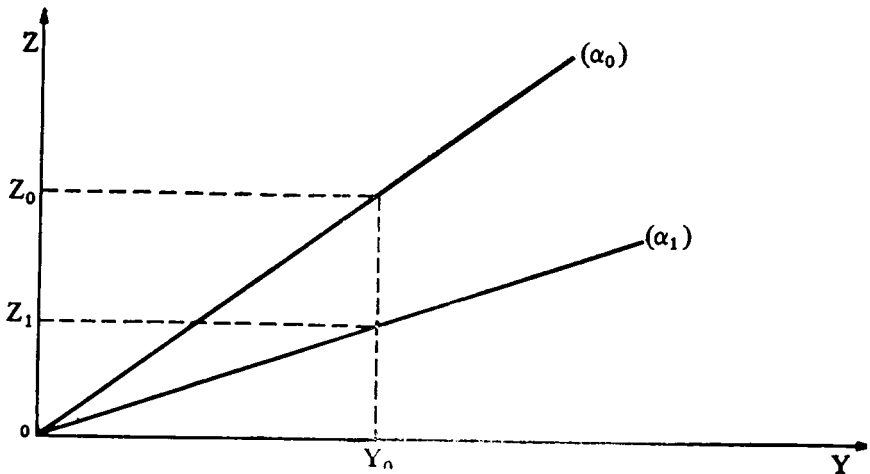
Conclusões semelhantes podem ser obtidas da análise da equação (3) e de sua representação gráfica na figura 6. Dado que o valor limite da deterioração ambiental ( $Z$ ) pode ser representada pela equação

$$\lim_{t \rightarrow \infty} Z = \frac{\alpha}{\beta} Y \quad (3)$$

tem-se, imediatamente, que a curva da figura 6 se desloca sempre que modificações em  $\alpha$  e/ou  $\beta$  ocorram. Num caso particular em que o valor de  $\alpha$  passa de  $\alpha_0$  para  $\alpha_1$  ( $\alpha_1 > \alpha_0$ ) tem-se a situação da figura 8 na qual se revela que os níveis-limites de deterioração ambiental para cada nível de renda se reduzem em decorrência da variação (para menos) no coeficiente  $\alpha$  que liga níveis de produto a emissão de despejos.

Figura 8

Mudanças nas relações estáticas entre produto e nível de deterioração ambiental



### 3.3 Crescimento e deterioração: uma análise geral

Demonstrou-se, na subseção anterior, que as relações entre níveis de produto e deterioração ambiental são muito menos rígidas do que se tem presumido na maior parte da literatura sobre desenvolvimento e meio ambiente. Convém discutir agora, entretanto, um ponto importante que foi inteiramente abstraído na análise até aqui feita. Trata-se de saber se os vários  $\alpha$  e  $\beta$  possíveis são igualmente eficientes, de um ponto de vista econômico ou, o que vem a significar a mesma coisa, se alterações nas relações entre  $Y$  e  $Z$  (e, conseqüentemente, entre  $Y$  e  $Z$ ) podem ser conseguidas, em todos os casos, sem que a sociedade tenha de incorrer em custos econômicos.

A resposta às questões acima é, desde logo, negativa. Não há nenhuma base para se presumir que diferentes valores de  $\alpha$  e  $\beta$  sejam compatíveis com a produção de um dado  $Y$  a um custo constante. Dito de outra forma, se  $Y_0$  for o produto correspondente ao pleno emprego de uma economia cuja tecnologia implica valores  $\alpha_0$  e  $\beta_0$ , não há nenhum argumento geral capaz de garantir que o produto  $Y_1$ , correspondente ao pleno emprego nesta mesma economia quando ela, *coeteris paribus*, altera sua tecnologia de modo a gerar um valor menor para  $\alpha$ , por exemplo, seja igual a  $Y_0$ . Mas também *não existe* nenhum argumento geral capaz de



garantir que  $Y_1$  seja necessariamente menor que  $Y_0$ . Basta imaginar o caso em que a variação de  $\alpha$  tenha decorrido da descoberta da utilização produtiva para um resíduo que, anteriormente era despejado nos rios. É claro que, neste caso, o novo nível de produto correspondente ao pleno emprego será, *coeteris paribus*, maior que o anteriormente alcançado pela economia em causa. Ao mesmo tempo em que o nível de deterioração correspondente ao produto  $Y_0$  será, na nova situação, menor. Não se nega que a situação inversa seja também uma possibilidade, ou seja, que a modificação em  $\alpha$  ou em  $\beta$ , no sentido de menor pressão sobre o ambiente, implique redução nos níveis de produto alcançáveis a cada nível de utilização de recursos. Mas não se supõe que esta situação seja, sequer, a mais provável de ocorrer. Na verdade, pode-se admitir que  $Y_1 \geq Y_0$ , de tal forma que três situações finais, além de outras menos importantes no presente contexto, são teoricamente possíveis na sociedade que experimenta uma modificação nos seus parâmetros  $\alpha$  e/ou  $\beta$ . Na primeira situação,  $Y_1 > Y_0$  e  $Z_1 < Z_0$  (ou seja, o novo produto de pleno emprego,  $Y_1$ , será maior que o produto de pleno emprego na situação anterior,  $Y_0$ , enquanto que o novo nível de deterioração final do ambiente,  $Z_1$ , será menor que o nível-limite anteriormente vigente,  $Z_0$ ). Nesta situação, o bem-estar da sociedade (se se abstrai de modificações na distribuição de renda) melhora necessariamente com a modificação em  $\alpha$  e/ou  $\beta$ . Na segunda situação,  $Y_1 = Y_0$  e  $Z_1 < Z_0$ . Também neste caso, o aumento de bem-estar é inequívoco. Finalmente, na terceira situação possível,  $Y_1 < Y_0$  e  $Z_1 < Z_0$ , não se podendo fazer nenhuma afirmação *a priori* sobre a variação resultante de bem-estar. É claro, entretanto, à vista da análise desenvolvida na seção anterior que, inclusive neste caso, o bem-estar pode melhorar.

Um meio útil de sistematizar a análise relativa aos custos de modificações em  $\alpha$  e  $\beta$  consiste em representar a função de produção da economia em causa na forma seguinte:

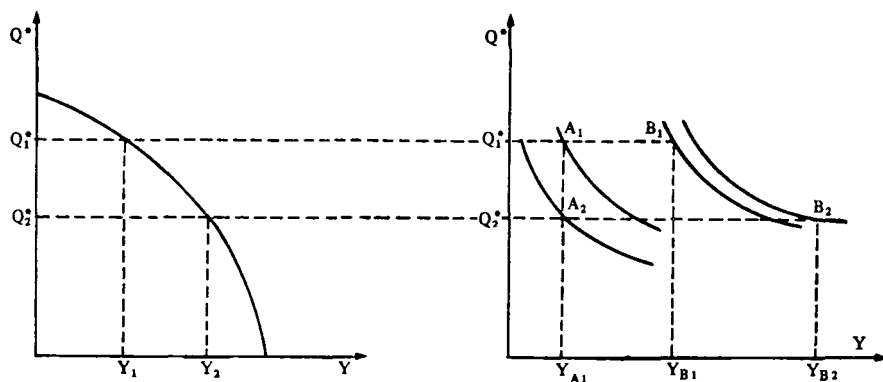
$$Y = f(N, \alpha, \beta) \quad (5)$$

em que  $Y$ ,  $\alpha$  e  $\beta$  têm as definições já adiantadas e em que  $N$  é um vetor representativo dos fatores de produção existentes num determinado momento. A discussão anterior conduz a afirmar que os sinais das derivadas parciais de  $Y$  em relação a  $\alpha$  e em relação a  $\beta$  não são passíveis de determinação *a priori*. Se a equação (5) for representada graficamente, portanto, no plano  $Y-N$ , a curva que a descreve pode sofrer deslocamentos para a direita ou para a esquerda, ou ainda ficar imóvel, em consequência de variações em  $\alpha$  e/ou  $\beta$ .

Desenvolvida a argumentação até este ponto, é agora possível tratar das relações entre  $Y$  e  $Z$  de uma forma consideravelmente mais geral que a realizada no item anterior. De fato, esta análise geral pode ser feita com base na figura 9.

Figura 9

O impacto global de uma mudança tecnológica: um caso possível



Na figura 9, o diagrama da esquerda representa a função de produção proposta pela equação (5); o diagrama da direita corresponde à função  $Y-Z$  da equação (3), ou seja, se refere às relações estáticas entre o produto e o nível-limite de deterioração ambiental. Admitindo-se que as condições tecnológicas prevalecentes no início do processo sejam representadas pelo valor  $\alpha_0$  para  $\alpha$ , as duas curvas terão as posições iniciais correspondentes às assinaladas pelos valores  $\alpha_0$ . No caso mais favorável (em termos de bem-estar final), observa-se uma mudança em  $\alpha$ , de  $\alpha_0$  para  $\alpha_1$ , tal que tanto a função de produção quanto a função  $Y-Z$  se deslocam para cima. Ou seja, se realiza uma mudança técnica que reduz a poluição e simultaneamente aumenta a eficiência da produção. O resultado final, mostrado na figura, é de maior produto e menor deterioração ambiental para um mesmo nível  $N_0$  de utilização dos recursos produtivos.

Pode-se conceber, neste caso, um resultado final diverso, em que o produto fosse maior mas também fosse maior o nível de deterioração ambiental. Isso seria possível porque no momento em que se admite que variações em  $\alpha$  (ou em  $\beta$ ) afetam tanto a relação  $Y-Z$  quanto a função de produção, abre-se a possibilidade de que determinadas mudanças em

$\alpha$  (ou em  $\beta$ ) sejam, por exemplo, muito mais significativamente sentidas na ampliação da capacidade produtiva do que na redução da deterioração ambiental para cada nível de produto. Neste caso, se após a mudança tecnológica a economia continuar utilizando  $N_0$  de seus recursos produtivos, o novo nível de produto,  $Y_1$ , que ela passa a atingir pode ser tão superior a  $Y_0$  que implique deterioração do ambiente maior que aquela experimentada no instante inicial. Este resultado, entretanto, tem importância limitada, pois continua sendo verdadeiro que mudanças tecnológicas aumentadoras da eficiência e redutoras da poluição tornam possível à sociedade alcançar posições de maior renda e menor poluição, conseqüentemente tornando possível um aumento de bem-estar social.

É bastante simples a utilização da figura 9 para a análise de duas outras situações possíveis no presente contexto. No caso em que mudanças tecnológicas reduzam a produção de poluentes sem afetarem as possibilidades de produção, a sociedade pode manter o mesmo nível de produto e desfrutar de um ambiente mais saudável, conseqüentemente incrementando seu bem-estar. Graficamente, isso corresponderia simplesmente a uma situação em que, após a mudança tecnológica, a função de produção permanecesse imóvel, enquanto a função  $Y-Z$  se deslocasse para cima. Finalmente, a última das situações analisadas (em que o novo valor de  $\alpha$  implique menor eficiência na produção) seria representada por deslocamentos para baixo da função de produção e para cima da função  $Y-Z$ . Para um dado nível de utilização dos fatores produtivos ( $N_0$ ), portanto, ter-se-ia, neste caso, uma situação resultante na qual tanto o produto quanto a deterioração ambiental limite seriam menores, ficando indeterminado o sentido da variação do bem-estar. Nenhuma destas situações contradiz as conclusões da análise feita no item 3.2, segundo a qual é possível ter crescimento sem deterioração do ambiente, desde que a sociedade encontre os meios de introduzir as modificações adequadas nos seus parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ .

### 3.4 Implicações da análise

As implicações práticas desta análise parecem consideravelmente relevantes para os países subdesenvolvidos. Recorde-se que a aspiração de desenvolvimento, nestes países, sempre esteve ligada, ao menos em última instância, à possibilidade de superação da miséria. Recentemente, entretanto, a maior parte do entusiasmo original com o desenvolvimento veio por terra, em face dos resultados observados nos anos de crescimento. Em grande parte dos países pobres, o esforço de crescimento econômico veio

a resultar, vinte anos depois, na apropriação dos aumentos de produto por uma classe que já era abastada no início do processo, agravando-se as condições de miséria da maior parte da população. Conjugada a este mesmo processo, elevadas incidências de poluição em determinadas regiões destes países contribuíram para solidificar ainda mais a desilusão com as virtudes do crescimento. Surgem, então, sérias questões como estas: será que a concentração de renda é uma consequência (condição?) necessária do crescimento econômico nos países subdesenvolvidos? Será que o aumento do desemprego constitui um acompanhamento inevitável do crescimento? Será que a concentração urbana e regional do crescimento econômico nos países subdesenvolvidos (que leva aos prematuramente elevados índices de poluição) é um preço inevitável a ser pago pelo crescimento?

Se a resposta a todas estas questões for afirmativa, o sonho original de desenvolvimento como meio de eliminar a miséria e de incrementar o bem-estar das populações tradicionalmente pobres deve ser definitivamente arquivado. A literatura atual sobre desenvolvimento tem-se dado conta, agudamente, dos dois primeiros destes dilemas, relacionados à concentração de renda e ao desemprego, e não é de estranhar que alguns autores destacados se esforcem até em propor novas definições de desenvolvimento que transcendam as baseadas na renda *per capita*. Mas não tem havido um esforço semelhante no que se refere à questão da deterioração ambiental, nas discussões sobre o desenvolvimento dos países subdesenvolvidos. Aparentemente, a relação fixa entre produção e poluição vem sendo aceita sem crítica, de modo que os autores que ainda se preocupam em reconstruir o objetivo desenvolvimentista no seu espírito original preferem abstrair da questão da deterioração ambiental. "Deste dilema não há saída, a não ser aceitando efetivamente que a deterioração é inevitável, mas que vale a pena nela incorrer, em troca de um maior produto interno", poderia ser o pensamento implícito. O que, entretanto, se está procurando deixar claro aqui é que o dilema é muito menos real do que tem sido dado a parecer. É absolutamente verdadeiro que o crescimento econômico, nos países subdesenvolvidos, tem sido concentrador de renda, mas a moderna literatura de desenvolvimento já visualiza políticas capazes de efetivamente superar tal consequência (para alguns) indesejável. Da mesma forma, é absolutamente verdadeiro que o crescimento, nos países subdesenvolvidos tem sido exageradamente poluidor. Mas essa é uma consequência, sobretudo, do *tipo* de crescimento, concentrador, não uma consequência inevitável da expansão do produto,

especialmente quando esta expansão se dá em economias que, como é o caso, têm reduzidos níveis iniciais de produto interno.<sup>11</sup>

A análise aqui feita sugere que existem muitas alternativas de se continuar patrocinando o crescimento econômico nos países subdesenvolvidos sem precisar comprometer, como vem sendo feito, exageradamente, o seu meio ambiente. Para quem estiver interessado em descobrir meios de incrementar o bem-estar das populações subdesenvolvidas, trata-se de pesquisar estas possibilidades e de efetivamente lutar por elas. A questão se torna política e tem a ver, especialmente, com a pergunta: haverá algum esquema de poder capaz de alterar o padrão concentrador de crescimento? Se houver, então um mínimo de esclarecimento possibilitará a este esquema acelerar o crescimento sem comprometer, durante algum tempo, o meio ambiente

Os pontos mais importantes que se pretende ter fixado nesta seção podem ser resumidos de forma breve, a começar pela constatação de que é sempre útil ter em conta que o sistema econômico não pode ser considerado como independente do ambiente. Isso tem implicações que são tanto mais sérias quanto maior seja, num determinado espaço geográfico, a pressão sobre os recursos, sobre a capacidade de auto-regeneração e sobre o espaço mesmo, deste ambiente. Devido à probabilidade de que este tipo de pressão se torne cada vez maior, em todos os países, o enfoque ecológico à economia tende a se tornar progressivamente mais importante. A experiência está ensinando que a cada dia fica menos adequado raciocinar, em economia, na suposição de que o espaço natural é disponível em quantidades ilimitadas. Não obstante tudo isso, ou seja, esse conflito essencial entre crescimento e qualidade ambiental, existem consideráveis possibilidades de adiar ou contornar um grau maior de pressão sobre o ambiente. Encontrar estas possibilidades e torná-las efetivas po-

<sup>11</sup> O crescimento concentrador tende a implicar maiores níveis de poluição por várias razões. A mais evidente delas é que a concentração espacial da atividade econômica (à qual se associa inevitavelmente a concentração de renda pessoal) provoca pressões demasiadas sobre um espaço geográfico limitado, eventualmente sobrepujando sua capacidade natural de regeneração. Outra razão decorre do fato de que a estratégia de crescimento associada ao padrão concentrador implica taxas de obsolescência de equipamentos e bens duráveis de consumo desnecessariamente elevadas, já que os incentivos ao investimento (que viabiliza este tipo de crescimento) estão predominantemente vinculados à contínua criação de necessidades de consumo da minoria privilegiada. Ainda outra razão, já discutida noutro trabalho (Gomes, 1975, p. 573-4) se liga ao fato de que a tecnologia disponível para a produção de bens sofisticados (cuja demanda existe apenas, no caso dos países subdesenvolvidos, devido à concentração de renda) é tipicamente muito mais poluidora que a tecnologia de produção de bens tradicionais de consumo popular.

de vir a se tornar o objetivo mais importante da política econômica para o desenvolvimento, especialmente nos países subdesenvolvidos num futuro não muito distante.

#### 4. Considerações finais

As sugestões, emanadas de países altamente poluidores, de que o desenvolvimento econômico (inclusive nos países subdesenvolvidos) deve ser freado como única solução para evitar a hecatombe ecológica precisam ser encaradas com muita reserva. Parece provável que a perseguição de um tipo de desenvolvimento que não faz qualquer consideração quanto aos efeitos sobre o meio ambiente tende a levar àquele impasse previsto, embora seja difícil precisar em que prazo. Em todo caso, a crise final virá primeiro nos países desenvolvidos que, pelo menos até há pouco, deram pequena atenção à preservação de seu ambiente.

O alvoroço em torno do assunto, entretanto, serviu para ressaltar o fato de que o ambiente é prestador de serviços para o homem e que, portanto, sua perda de qualidade tem de ser descontada das avaliações de bem-estar que se pretende estarem traduzidas em níveis de produto interno. Do ponto de vista dos países subdesenvolvidos, este tipo de conscientização insere-se num quadro mais amplo de questionamento quanto às virtudes inerentes ao crescimento do PIB. Da mesma forma que o *aumento* de bem-estar derivado de um crescimento do produto acompanhado de concentração de renda, de aumento de desigualdades e de desemprego é ilusório, também é ilusório um crescimento econômico feito às custas de grande deterioração ambiental. Isto é tanto mais grave quanto mais se consolida uma tendência de destinar os aumentos de renda para as classes já abastadas, ficando a deterioração do ambiente para ser *consumida* pela outra parte da população.

Por outro lado, a idéia de que o aumento do produto interno implica sempre piora da qualidade ambiental é menos forte do que se tem tentado demonstrar. De uma parte, é possível alterar os parâmetros desta relação, protelando muito a implicação sugerida; de outra parte, e isso é muito mais importante, é possível repensar todo o problema, dando ênfase a aumento de bem-estar, em vez de aumento de produto. Ao se proceder desta forma, possivelmente descobrir-se-á que, em muitos casos, o aumento do produto pode caminhar junto com uma melhoria nas qualidades do meio ambiente.

Essa maneira de encarar o assunto leva a algumas sugestões de tópicos que poderiam ser objetos de pesquisa. O primeiro destes refere-se à criação de uma metodologia para o cálculo de índices de qualidade do ambiente. Já foi comentado que alguns destes índices existem em vários países, e mesmo no Brasil. Eventualmente, uma tarefa para os pesquisadores na área de economia do meio ambiente poderia ser a sistematização destes índices. Em essência, isto corresponderia à determinação de um sistema de pesos pelo qual se tornasse possível agregar os vários índices particulares, válidos para as regiões convencionadas.

A divulgação deste *índice de qualidade ambiental*, periodicamente, permitiria o acompanhamento de mudanças na variável medida o que, entre outras coisas, poderia fornecer orientações à política de desenvolvimento. A partir da determinação dos *pesos de poluição* associados à produção e ao consumo de cada tipo de bem, seria possível investigar eventuais associações entre estruturas alternativas da demanda agregada e níveis de deterioração do ambiente. Uma hipótese óbvia a ser testada nestes estudos seria a relacionada com possíveis repercussões sobre o meio ambiente de programas de redistribuição de renda. O papel do Governo, como produtor de bens e de poluição, poderia também ser investigado, neste contexto.

É perfeitamente óbvio que esta lista de sugestões não pretende ser exaustiva. Sua única intenção é demonstrar que existem tópicos dignos de interesse profissional, para pesquisas na área de economia do meio ambiente, mesmo em países subdesenvolvidos. A expectativa é que este interesse se torne maior, refletindo um inevitável aumento de importância das questões reais que são objeto de estudo neste ramo da economia.

### **Abstract**

In this paper the relationships between output and environment quality are investigated under two different approaches. In the first one the individual is the unit of analysis. To maximize his welfare, he faces the opportunity of consuming goods which are produced and natural goods obtained from the environment. In the second approach, the trade-off between output and quality of the environment is considered explicitly.

In the conclusions, attention is drawn to the effects of the environment quality on the welfare of the society and the trade — off between faster growth and faster deterioration of the environment quality.

It is suggested the possibility of postponing or reducing this environmental cost by a less rapid economic growth.

## Bibliografia

- Ayres, R. U. & Kneese, A. V. Production, consumption and externalities. *American Economic Review*, 59 (3) : 282-97, June 1969.
- Almeida, M. Ozório de. Stockholm and the developing countries. *Development Digest*, 10 (2): 18-28, Apr. 1972.
- Barkley, P. W. & Seckler, D. W. *Economic growth and environmental decay*. 1st. ed. New York, Harcourt, Brace and Jovanovich Inc., 1972.
- Boulding, K. The economics of the coming spaceship earth. In: Jarret, H. ed. *Environmental quality in a growing economy*. 1. ed. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1966, p. 3-14.
- Dales, J. *Pollution, property and prices*. 1.<sup>a</sup> ed. Toronto, The University of Toronto Press, 1968.
- Fischer, A. C. & Peterson, F. M. The environment in economics: a survey. *Journal of Economic Literature*, 14 (1): 1-25, Mar. 1976.
- Franzini, J. Lee. Matter and antimatter. In: *Encyclopaedia Britannica*. 15. ed., Chicago, 1974. v. 18, p. 703.
- Freeman, A. M. Distribution of environmental quality. In: Ayres, R. U. & Kneese, A. V. ed. *Environmental quality analysis*. 1. ed. Baltimore, 1968.
- Furtado, Celso. *O mito do desenvolvimento econômico*. 1. ed., Rio de Janeiro, Editora Paz e Terra, 1974.
- Gomes, G. Maia. Algumas considerações sobre o tema desenvolvimento versus poluição. *Pesquisa e Planejamento Econômico*. 5 (2): 561-75, dez. 1975.
- Jurgensen, H. Economic growth and environmental protection as conflicting objectives. *Economics*, v. 13, p. 106-13, 1976.
- Krutilla, J. V. Conservation reconsidered. *American Economic Review*, 57 (4): 777-86, Sep. 1967.
- Meadows, D. H. et alii. *Limites do crescimento*. 1. ed., São Paulo, Editora Perspectiva, 1972.
- Mishan, E. J. *The costs of economic growth*. 1. ed., Middlesex, Penguin Books, 1971.
- Nusdeo, Fábio. *Desenvolvimento e ecologia*. 1. ed., São Paulo, Editora Saraiva, 1976.
- Odum, E. P. *Ecologia*. 2. ed., São Paulo, Pioneira — MEC, 1976.