

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E ECONOMIA
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

FERNANDO CARNEVALI DE AVILA

**VALORAÇÃO DO LIXO: GANHOS SOCIAIS COM A
RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Porto Alegre
Junho de 2009

FERNANDO CARNEVALI DE AVILA

**VALORAÇÃO DO LIXO: GANHOS SOCIAIS COM A
RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Versão parcial da Monografia apresentada como requisito à aprovação na disciplina de Monografia I do Curso de Ciências Econômicas da Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Osmar Tomaz de Souza

Porto Alegre
Junho de 2009

RESUMO

O trabalho “Valoração do Lixo: Ganhos Sociais com a Reciclagem de Resíduos Sólidos” aborda a questão dos resíduos sólidos e as possibilidades dos ganhos que podem ser advindos a partir da reciclagem. O estudo de caráter descritivo tem como objetivo principal comprovar os benefícios da reciclagem para que seja possível uma maior adoção desta prática no Brasil. O problema de pesquisa é composto com os seguintes questionamentos: Existem benefícios líquidos sociais da reciclagem do lixo no município de Porto Alegre? Se existem estes benefícios qual seria o valor econômico para eles? Quais seriam estes benefícios? Para que seja respondido tal problema utilizou-se de livros e artigos de especialistas na área bem como dados referentes ao assunto, a mensuração dos resultados é dada por uma equação composta por algumas variáveis essenciais para alcançar o objetivo. Os resultados obtidos comprovam que a reciclagem de resíduos sólidos para o município de Porto Alegre gera ganhos e diversos benefícios na área social, econômica e ambiental mostrando que apesar de possuir um custo mais elevado para o município suas vantagens superam tais custos.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável; resíduos; reciclagem; Porto Alegre.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Atividades econômicas de consumo e de produção em relação ao meio ambiente. | 15 |
| Figura 2 - Correção de externalidades negativas por taxas pigouvianas..... | 18 |
| Figura 3 - Curva de demanda da função de custo de viagem..... | 36 |
| Figura 4 - Caminho circular de materiais | 42 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Externalidades geradas por uma empresa de celulose sobre a empresa agropecuária.. | 20 |
| Tabela 2 – Tratamento dos resíduos em países selecionados – 2006 | 40 |
| Tabela 3 – Redução no consumo de energia na produção através da reciclagem | 45 |
| Tabela 4 – Redução da poluição do ar e da água através da reciclagem – 1992 | 46 |
| Tabela 5 – Reciclagem de materiais no Brasil e na Alemanha – 2005 | 48 |
| Tabela 6 – Preço unitário da sucata por material em Porto Alegre – 2009 | 51 |
| Tabela 7 – Preço médio da sucata por material em Porto Alegre..... | 51 |
| Tabela 8 – Custos evitados através da utilização de materiais recicláveis – 1997 | 51 |
| Tabela 9 – Ganhos proporcionados pelo reaproveitamento (GMI) | 52 |
| Tabela 10 – Composição dos resíduos sólidos na coleta seletiva no Brasil – 2008 | 52 |
| Tabela 11 – Benefício líquido social do reaproveitamento pelo preço de mercado – 2009..... | 53 |
| Tabela 12 – Benefício líquido social do reaproveitamento pelo custo de oportunidade – 2009 | 53 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 6 |
| 2 | ECONOMIA E MEIO AMBIENTE | 8 |
| 2.1 | O PENSAMENTO ECONÔMICO E O MEIO AMBIENTE | 8 |
| 2.1.1 | A teoria ricardiana | 9 |
| 2.1.2 | A teoria do desenvolvimento econômico de Schumpeter | 10 |
| 2.1.3 | A teoria marxista clássica | 11 |
| 2.1.4 | A teoria econômica e o despertar ecológico..... | 13 |
| 2.2 | TRATAMENTO TEÓRICO DA ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE | 14 |
| 2.2.1 | Visão geral da problemática ambiental..... | 15 |
| 2.2.2 | Externalidades | 16 |
| 2.2.3 | Taxas pigouvianas | 17 |
| 2.2.4 | Teorema de Coase..... | 19 |
| 2.3 | CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL..... | 21 |
| 3 | VALORAÇÃO AMBIENTAL | 25 |
| 3.1 | O VALOR ECONÔMICO DOS RECURSOS AMBIENTAIS | 25 |
| 3.2 | MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA | 27 |
| 3.2.1 | Métodos de função de produção..... | 28 |
| 3.2.1.1 | Método da produtividade marginal..... | 29 |
| 3.2.1.2 | Método de mercado de bens substitutos | 30 |
| 3.2.2 | Métodos de função de demanda | 32 |
| 3.2.2.1 | Método de mercado de bens complementares | 33 |
| 3.2.2.2 | Método de valoração contingente..... | 36 |
| 4 | TRATAMENTO DOS RESÍDUOS | 38 |
| 4.1 | PERSPECTIVA HISTÓRICA DOS RESÍDUOS..... | 38 |
| 4.2 | GESTÃO DE RESÍDUOS | 40 |
| 4.3 | RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS | 44 |
| 4.3.1 | Reciclagem sob a ótica econômica..... | 46 |
| 4.3.2 | Instrumentos econômicos..... | 47 |
| 4.4 | O BENEFÍCIO SOCIAL LÍQUIDO DA RECICLAGEM | 49 |
| 4.4.1 | Componentes da formulação | 50 |
| 4.4.2 | Demonstração do benefício líquido social da reciclagem e análise dos resultados..... | 53 |
| 5 | CONCLUSÃO | 55 |
| | REFERÊNCIAS | 59 |

1 INTRODUÇÃO

A economia capitalista no século XX, focada no aumento do capital, não possuía grandes preocupações com o ambiente ao seu redor. A extração de recursos naturais utilizados para a produção dos diversos bens gerados na economia não possuía controle, juntamente com os resíduos gerados pelas fábricas. No início da década de 1960 diversas correntes acadêmicas como economistas, biólogos entre outras que preocupadas com o ritmo da produção comentaram que se nada fosse feito o Planeta Terra nas próximas décadas estaria poluído e com seus recursos naturais esgotados, surgindo neste momento à economia ambiental.

Na última década o aumento da preocupação com relação à extinção de espécies, aquecimento global, desmatamento entre outros problemas ambientais causados na grande maioria pelos homens tem levado a sociedade a começar algumas mudanças de hábito.

Um problema ambiental que é enfrentado desde o surgimento das grandes cidades é a questão dos resíduos que se disposto de forma incorreta traz grandes problemas para o meio ambiente bem como para a saúde humana. Este problema vem evoluindo gradativamente à medida que o consumo e a quantidade gerada de resíduos aumentam fazendo com que novas buscas para o tratamento do lixo ocorram ao invés da disposição em aterros sanitários ou lixões.

Neste contexto a reciclagem de resíduos sólidos possibilita o reaproveitamento de materiais reduzindo a quantidade extrativa de matérias-primas, juntamente com a redução da quantidade de lixo levada à disposição final. Os resíduos então começam a ser visto sobre outra forma que permite a criação de um mercado paralelo onde gera renda e emprego para diversas famílias.

O objetivo do presente trabalho é mostrar os benefícios que podem ser gerados a partir da reciclagem de resíduos sólidos e ajudar o desenvolvimento e ampliação da reciclagem como uma forma de permitir ganhos econômicos, ambientais e sociais, focando o município de Porto Alegre. Com relação aos benefícios gerados pela reciclagem de resíduos sólidos questiona-se qual seria o valor de tais benefícios visto que a reciclagem do lixo possui um valor mais elevado frente à coleta normal.

Portanto as perguntas para este trabalho seriam: Existem benefícios líquidos sociais da reciclagem do lixo no município de Porto Alegre? Se existem estes benefícios qual seria o valor econômico para eles? Quais seriam estes benefícios?

Para que tais perguntas fossem respondidas foram utilizados para a elaboração do presente trabalho, além da literatura específica sobre o tema, dados referente a valores de

mercado para o material reciclável, bem como a composição destes materiais, valores para a coleta normal e seletiva em Porto Alegre. Outros dados referem-se à quantidade de resíduos reciclada e capacidade de poluição e a economia referente ao processo de produção de matéria-prima e reciclável.

Os assuntos abordados no trabalho estão dispostos sob capítulos. No capítulo 2 é feito inicialmente um resgate histórico do pensamento econômico com relação ao meio ambiente onde se utiliza autores importantes que contribuíram para o desenvolvimento da ciência econômica. Nas sessões seqüentes apresenta-se uma visão geral da economia do meio ambiente e uma abordagem do conceito de desenvolvimento sustentável bem como sua origem e evolução.

No capítulo 3 é exposta a composição do valor econômico de um recurso natural que permite expressar o conceito de valoração econômica ambiental, bem como seu cálculo e os principais métodos da função de produção e demanda. Estes métodos derivados da função de produção e demanda, possuem especificidades próprias e limitações dadas pelo grau de utilização, onde serão mais detalhados ao longo do capítulo.

Por fim, o capítulo 4 inicia-se com a evolução histórica do tratamento dos resíduos passando para a gestão dos resíduos onde é apresentado o tratamento ideal que deve ser aplicado para este problema. Na etapa seguinte é abordada a reciclagem de resíduos bem como a aplicação econômica frente a esta questão e por fim é exposto o benefício líquido social e a análise dos resultados.

Cada parte utilizada ao longo do trabalho como o resgate histórico, aplicação da teoria econômica e a utilização de dados e fórmulas visam contribuir para a resposta das questões levantadas para este trabalho. Espera-se que a resposta das perguntas contribua para a evolução e o desenvolvimento da reciclagem no município de Porto Alegre e para os demais que estão começando com esta forma de tratamento ou ainda não possuem e ajude a aumentar a consciência ecológica da sociedade no geral.

2 ECONOMIA E MEIO AMBIENTE

Neste capítulo será demonstrado o papel da economia com relação ao meio ambiente e a onde esta ciência se encaixa nos debates de sustentabilidade e preservação da natureza. Apesar da preocupação com o meio ambiente ter evoluído a partir da segunda metade do século XX, a economia já tratava certos aspectos relacionados ao meio ambiente séculos anteriores.

A economia do meio ambiente é bastante nova e se encontra em constante evolução na medida em que os problemas ambientais vão surgindo e evoluindo. Como será visto as teorias econômicas que tratam da questão do meio ambiente nem sempre se aplicam de forma direta com a prática e algumas vezes requerem uma reformulação para aplicação, o que requer uma boa compreensão por parte do economista.

A primeira seção terá como objetivo realizar uma análise da teoria econômica de economistas como Ricardo, Marx e Schumpeter com relação aos aspectos mencionados sobre as questões ambientais. A partir desta análise poderá se adquirir uma noção de como a economia tratava com as questões ambientais em determinadas épocas.

Na segunda seção serão apresentadas algumas teorias econômicas com relação ao meio ambiente, por exemplo, taxas pigouvianas, teorema de Coase, externalidades, os principais pontos tocados por estas teorias e a aplicação na prática.

Para finalizar a última seção, será realizada uma análise da evolução do conceito de desenvolvimento sustentável, tendo início na sua origem e evolução ao longo dos anos bem como os principais encontros que marcaram este conceito.

2.1 O PENSAMENTO ECONÔMICO E O MEIO AMBEINTE

Nesta seção será abordada a teoria econômica de David Ricardo, Joseph Schumpeter e Karl Marx, todos de diferentes períodos para se analisar a preocupação expressada em suas teorias com relação ao meio ambiente. Para verificar a questão ambiental nestas teorias vai ser elaborada uma breve síntese das idéias de cada um dos pensadores econômicos citados e com uma apreciação dos aspectos teóricos relacionados com o meio ambiente.

O foco principal desta seção é realizar uma breve perspectiva histórica da teoria econômica e os aspectos abordados por estas em relação ao meio ambiente em etapas históricas diferentes.

2.1.1 A teoria ricardiana

De acordo com a teoria de David Ricardo (1982), os salários possuem um preço natural do trabalho conhecido também por salário natural, que é dado pelo equilíbrio entre a oferta de trabalho e a demanda por trabalho. O nível de salários elevado, de acordo com Montibeller (2004), representa uma demanda maior do que a oferta de mão-de-obra, ocasionando uma melhor condição de vida da classe trabalhadora como melhor alimentação, condições de saúde entre outras e leva a um aumento populacional onde acaba gerando posteriormente um equilíbrio entre oferta de trabalho e mão-de-obra.

Quando os reajustes salariais ocorrem, os mesmos tendem a ficar em um nível mais elevado do que o inicial, aumenta o número de trabalhadores que necessitam de mais alimentos, vestuário, moradias entre outros. Olhando sob a ótica dos alimentos os produtores terão que aumentar os investimentos para suprir esta nova demanda por alimentos.

Uma das formas para aumentar a produção de alimentos é o plantio em novas terras. De acordo com Rocha (2004), as novas terras são geralmente menos férteis, de modo que os custos de produção possuem um valor mais elevado do que o plantio em terras férteis. Estes custos maiores são dados pela utilização de fertilizantes e quantidade maior de mão-de-obra para igualar-se com a produtividade das terras férteis, gerando um aumento dos preços dos alimentos para compensar os maiores gastos de produção que são utilizados nestas terras de menor fertilidade.

À medida que este processo de acumulação de capital vai ocorrendo segundo Ricardo (1982), sua força acaba sendo reduzida devido ao aumento decrescente dos lucros. No setor de alimentos, este processo pode ser visto claramente, pois cada vez que terras menos férteis vão sendo utilizadas, por um lado, ocorrerão aumentos dos preços dos alimentos que posteriormente ocasionarão um ajuste salarial e pelo outro lado os proprietários das terras mais férteis acabam elevando o valor dos arrendamentos. Apesar de estes aumentos serem um aspecto positivo para os proprietários, de acordo com Montibeller (2004), acaba não sendo para o processo de acumulação de capital, pois os proprietários o utilizam para consumo próprio ou acabam adquirindo novas terras fazendo aumentar os preços dos aluguéis na economia.

Outro aspecto que se mostra interessante na teoria de Ricardo é o avanço tecnológico. O aumento da tecnologia no caso dos produtos agrícolas pode permitir o aumento da produtividade e/ou a redução dos custos, mas ao longo do tempo estes avanços poderiam se tornar extremamente caros ou ineficientes de modo que seriam incapazes de reverter o

processo de estagnação da economia. O estado estacionário ricardiano corresponde ao ponto em que os empreendimentos novos somente iriam compensar os que foram desativados, existe a ausência de investimentos líquidos o que deixaria a população e a renda constantes no ponto máximo, em uma situação de equilíbrio.

Examinando a teoria de Ricardo sob o ponto de vista da ecologia pode se perceber segundo Rocha (2004), a idéia de que ocorreria um limite, por parte do meio ambiente, em relação ao desenvolvimento econômico. Visto de outra forma, quando se chegasse a tal limite onde a produção de alimentos estivesse no ponto máximo de produção e não existissem mais terras para plantio a economia chegaria ao seu estado estacionário. Montibeller (2004) destaca na teoria ricardiana a questão dos avanços tecnológicos, onde o limite não seria dado pela fertilidade natural do solo, mas sim pelos aspectos tecnológicos utilizados na agricultura, ficando a percepção de que a natureza é vista como objeto de exploração e o solo acaba sendo utilizado até o seu esgotamento.

2.1.2 A teoria do desenvolvimento econômico de Schumpeter

De acordo com a teoria de Schumpeter a valorização do capital em seu ciclo produtivo se daria em uma condição de fluxo circular onde a taxa de lucro é igual à taxa de juros e a economia seguiria o equilíbrio entre estas duas variáveis. Neste ponto ela permaneceria na maior parte do tempo e os desequilíbrios seriam originados de mudanças quantitativas, quando os investimentos absorvessem a mão-de-obra desempregada, por exemplo. Para Schumpeter (1982), a trajetória descrita seria de crescimento econômico originada da teoria neoclássica, mas para ele existe também a trajetória de desenvolvimento econômico que se desenrola de maneira diferente do fluxo circular.

O desenvolvimento econômico para Shumpeter (1982) acontece através de contínuos e fortes rompimentos das situações passageiras de equilíbrio, podendo estes rompimentos ocorrerem por inovações de grande impacto que fluem por toda a economia. Um exemplo de uma grande inovação, segundo Montibeller (2004), foi à utilização das ferrovias que possibilitaram a ligação entre as regiões.

Os ciclos de desenvolvimento têm origem nos capitalistas que buscam inovações capazes de ajudar a aumentar seus lucros, podendo ser de redução dos custos ou aumento das receitas. De acordo com Schumpeter (1982) existiriam cinco possibilidades de aumento de

receita ou diminuição de despesas frente aos demais empresários não inovadores. Seriam estas:

a) exploração solitária de nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados ou, ainda de um novo tipo de matéria-prima; b) introdução de novo método de produção ou outra maneira de manejar comercialmente uma mercadoria; c) abertura de novo mercado, no país ou exterior; d) lançamento de novo produto ou de outra qualidade de um bem; e) nova organização mercadológica, buscando posição de monopólio ou cartel. (SCHUMPETER, 1982 apud MONTIBELLER 2004, p. 68)

No momento em que o capitalista descobre certa inovação e a aplica na sua produção, ele automaticamente se diferencia dos demais por obter um lucro acima da média do mercado. Outros empresários irão posteriormente utilizar-se de tal inovação ou de outras, de maneira que este conjunto, em forma de ondas descontínuas ao longo do tempo, provoca fortes desequilíbrios.

A teoria schumpeteriana afirma que quando todos empresários estiverem com a taxa de lucro no mesmo nível da taxa de juros um novo ciclo de inovações é iniciado, porém ao longo do tempo as possibilidades de inovações capazes de trazer grandes impactos vão diminuindo até o ponto de se tornar um impasse para ser possível a obtenção do lucro superior à taxa de juros.

A análise ambientalista diante do modelo de desenvolvimento schumpeteriano pode ser vista de acordo com Montibeller (2004) de que a teoria não demonstra preocupação com o meio ambiente, principalmente na questão da degradação do meio. A natureza é vista sob a forma de matéria-prima a ser exploradas pelo empresário até seu esgotamento. Lemos (2009) coloca a respeito das grandes evoluções, a busca da economia por um progresso técnico mais poupador, ou seja, a possibilidade do avanço tecnológico reduzir a utilização de recursos naturais.

Não se pode julgar a teoria de Schumpeter pela falta de aspectos relacionados pela natureza devido ao fato de que no momento em que foi desenvolvida não existia uma preocupação com um desenvolvimento sustentável.

2.1.3 A teoria marxista clássica

Para o capitalista obter um lucro maior do que os outros ou super lucro, segundo Montibeller (2004), deve ocorrer uma mudança tecnológica, em outras palavras deve existir

uma diferenciação dele para os demais. Essas diferenças podem ser de tecnologia ou de alguma forma de exploração à classe trabalhadora, como aumento da carga horária que permitira a obtenção de maiores lucros frente ao resto do mercado.

Para o capitalista obter lucro, segundo a teoria marxista, pode ser pela relação entre a composição orgânica do capital e pela mais-valia. A composição orgânica do capital é formada pela soma do capital constante mais o capital variável. O capital constante é constituído pela compra de matéria-prima, insumos, equipamentos utilizados na produção entre outros. O capital variável vem a ser a soma dos salários pagos aos trabalhadores pela mão-de-obra utilizada na produção.

A mais-valia para a teoria marxista corresponde à parte do trabalho pelo qual o trabalhador não é remunerado, visto de outra forma é a parte que o capitalista se apropria da mão-de-obra do trabalhador. A mais-valia pode ser absoluta ou relativa: a mais-valia absoluta é constituída pela carga horária e para o seu aumento é necessário o aumento da carga horária. A relativa esta relacionada com a produtividade do trabalhador, de modo que quanto maior for à produtividade, mais rápido irá pagar seu salário e maior será o lucro para o capitalista.

O capitalista quando introduz certa inovação tecnológica, de acordo com Schumpeter (1982), permitirá a possibilidade dos outros também inovarem, gerando uma espécie de impulso tecnológico para a economia e quando todos capitalistas estiverem com a mesma taxa de lucro, uma nova onda tecnológica surgirá para avançar a economia a outro patamar. Na teoria marxista o avanço tecnológico possibilita ganhos de produtividade, tendo a visão de que só o trabalho humano produz valor, ocorre uma diminuição da mais-valia levando a uma queda na taxa de lucro.

O aumento da produtividade segundo Montibeller (2004) é elevado para compensar a queda na mais-valia. Na composição orgânica do capital ocorre um aumento do capital constante e uma queda no capital variável, destinado ao pagamento de salários, gerando na economia um excesso de oferta frente à baixa demanda que foi afetada pela queda do capital variável, levando a uma diminuição do preço do produto e uma tendência a queda na taxa de lucro.

Para Marx o avanço tecnológico na economia diminuiria o número de trabalhadores na produção e esta grande massa de trabalhadores desocupados iriam se unir para superar o modo de produção capitalista ocasionando a derrocada do sistema, que não seria mais focado no lucro, mas nos trabalhadores, ali se formaria no primeiro momento, o socialismo o qual, com o tempo, evoluiria para o comunismo (MONTIBELLER, 2004). O ponto fraco do sistema capitalista seria suas próprias contradições internas, onde uma delas seria o avanço

tecnológico frente à classe trabalhadora, de modo que para Marx somente o capital humano é capaz de criar valor e produzir um excedente para ser apropriado pela capitalista.

O exame da teoria marxista sob uma visão ecológica, de acordo com Montibeller (2004), mostra que não há preocupação com o meio-ambiente, semelhante às outras duas teorias vistas anteriormente, a natureza é fonte de matérias-primas e recursos exploráveis. Conforme Montibeller (2004, p.78), “Marx assume que a relação do capital com a natureza é de dominação daquele sobre esta, procedendo à exploração de recursos, na medida, ao ritmo, da forma que melhor convém à obtenção do lucro mais elevado e imediato.”.

2.1.4 A teoria econômica e o despertar ecológico

De acordo com Montibeller (2004) as teorias econômicas existentes até 1970 não tiveram preocupação com o meio ambiente em aspectos relacionados com a degradação do meio pela poluição, destruição de ecossistemas e utilização de recursos renováveis e não renováveis. A respeito da economia neoclássica Lemos (2009) menciona a entidade individualista que visa maximizar o lucro e reduzir os custos colocando a sustentabilidade como uma lógica da tomada de decisão intertemporal na alocação dos recursos, entre consumo e investimento.

Outro ponto que pode ser percebido em algumas teorias é a idéia de limite que é imposto pela natureza frente ao crescimento econômico, esta idéia pode ser vista claramente na teoria dos rendimentos decrescentes de David Ricardo, quando o mesmo expõe que as fertilidades das terras chegariam a um limite que iria gerar o estado estacionário.

Outros autores também tiveram a idéia do limite natural como, por exemplo, Malthus que em sua teoria destaca a possibilidade de ocorrer um desequilíbrio entre produção de alimentos e crescimento populacional, onde a população cresceria desproporcionalmente em relação à produção de alimento. Em outras palavras pode se dizer que vários autores que escreveram suas teorias em tempos onde a questão ecológica não era foco de debates, mencionaram a idéia de um limite natural imposto pelo meio ambiente frente ao desenvolvimento econômico, porém não despertaram a idéia de preservação do meio ambiente com teorias ou propostas para tentar amenizar o impacto ambiental causado pela humanidade (SOUZA, 2007).

Analisando o cenário em que estes autores escreveram suas teorias percebe-se que não ocorria uma preocupação com o meio ambiente como ocorreu na década de 1960. Montibeller

(2004) destaca que existe um marco histórico que divide um período em que a preocupação social, em relação à degradação do meio ambiente, não passava de escalas locais e outro posteriormente em que a consciência com o meio ambiente se difunde amplamente. Como pode ser visto:

A pressão das diversas atividades humana até por volta dos anos 60 do século XX, no quadro do mundo capitalista, embora relevante, não havia atingido uma situação crítica ou possuía caráter localizado ou, ainda, não possuía a característica de irreversibilidade, o que bloqueava o despertar da consciência ecológica coletiva. (MONTIBELLER, 2004, p.82)

Partindo do pensamento de Montibeller (2004) acima, o que ele demonstra em outras palavras vem a ser o despertar ecológico que começou ocorrer na década de sessenta do século XX. Este despertar ecológico de acordo com Brüseke (1998) se inicia nos meios acadêmicos no início de 1950, passando posteriormente para organizações não governamentais (ONGs) em meados de 1960. O relatório do clube de Roma publicado em 1971 dá início a uma série de encontros que iriam ocorrer ao longo das décadas de 1980 e 1990. A partir destas idéias expostas e discutidas nestes encontros a questão da preservação do meio ambiente e o desenvolvimento com sustentabilidade vão se difundindo para a maioria dos países de modo que novas políticas públicas fossem elaboradas para fiscalizar e regulamentar as empresas privadas e estas também começaram a desenvolver políticas de preservação. Na seção 2.3 será analisada com mais detalhes a evolução do desenvolvimento sustentável.

2.2 TRATAMENTO TEÓRICO DA ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE

Nesta seção serão analisados aspectos importantes abordados pela economia no que diz respeito ao meio ambiente. No primeiro momento será demonstrada de forma ampla a relação da economia com o meio ambiente. Posteriormente serão expostas as externalidades bem como seus principais modelos. Na sequência será analisada a taxa pigouviana, conceito e exemplo de aplicação e para finalizar será desenvolvido o teorema de Coase, juntamente com suas críticas, conceito e exemplo.

2.2.1 Visão geral da problemática ambiental

A presença do meio ambiente representado pela natureza, pela produção e pelas famílias, pode ser visualizado na Figura 1. É interessante notar a presença de três funções básicas, de acordo com Costa (2005). A primeira vem a ser a prestação de serviços para o consumo, como por exemplo, ar, água entre outros. A segunda função se relaciona com a produção, como fonte de matéria-prima e combustíveis. Por último tem-se a recepção de resíduos gerados pelas famílias e indústrias. Pode-se perceber claramente a dinâmica e a dependência que toda a sociedade possui com o meio ambiente.

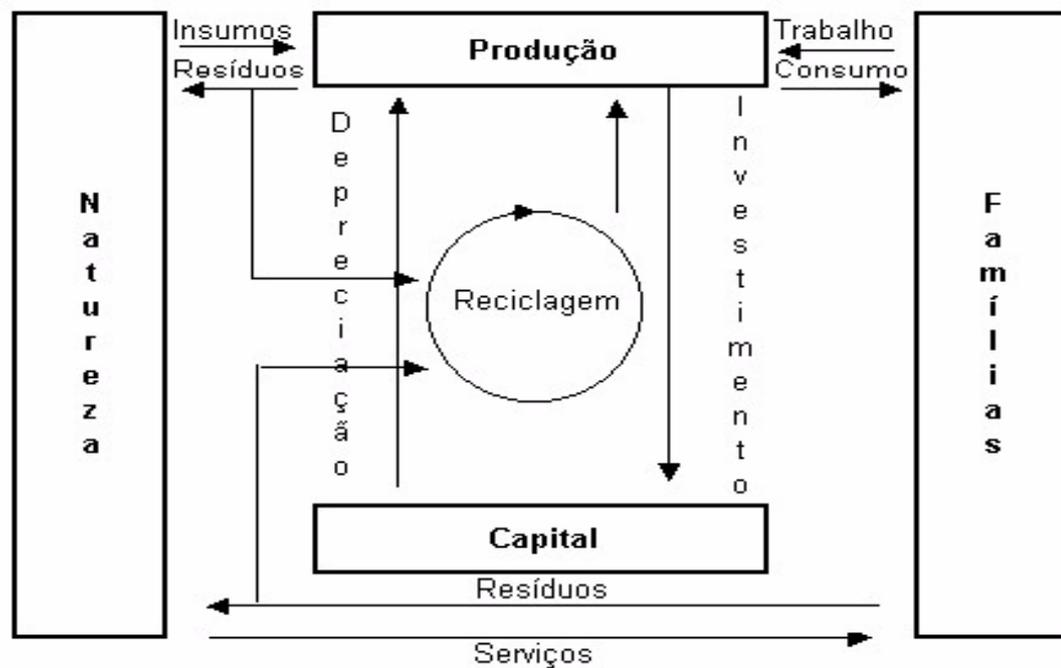


Figura 1 – Atividades econômicas de consumo e de produção em relação ao meio ambiente
Fonte: Costa (2005, p. 304)

Segundo Vasconcelos (2003) estas funções não são independentes entre si, em outras palavras a utilização de um elemento pode afetar o outro, por exemplo, o ar poluído lançado pelos veículos automotores pode causar danos à saúde tendendo a aumentar os problemas se a concentração de veículos for maior. Não se deve deixar de mencionar que os recursos naturais são escassos e apresentam alternativas de uso diferenciado, cabendo a economia alocar estes recursos de modo eficiente.

2.2.2 Externalidades

As externalidades ocorrem diariamente, muitas vezes passando despercebidas mesmo quando afetam um ou mais agentes. Elas podem ser classificadas em dois tipos, de acordo com Souza (1997). O primeiro consiste nas externalidades positivas, caracterizada quando um produtor ou consumidor gera um benefício para outros agentes o qual não precisa ser compensado de modo voluntário ou involuntário. O segundo tipo são as externalidades negativas, quando o agente gera custos a terceiros pelo qual não paga, existindo assim partes prejudicadas. O conceito de externalidade negativa pode ser descrito da seguinte forma:

Como uma primeira aproximação, podemos dizer que há uma externalidade negativa quando a atividade de um agente econômico afeta negativamente o bem-estar ou lucro de outro agente e não há nenhum mecanismo de mercado que faça com que este último seja compensado por isso. (OLIVEIRA, 1999, p. 569 apud COSTA, 2005 p. 305)

Para um melhor entendimento dos problemas que as externalidades negativas podem gerar na economia, é possível utilizar o exemplo de uma empresa emissora de uma grande quantidade de poluentes na atmosfera, que acaba afetando intencionalmente ou não a qualidade de vida e a saúde da população ao seu redor. Caso não ocorra nenhuma negociação quer por parte dos moradores quer por parte do estado, a empresa poluidora continuará emitindo seus poluentes no ar, contaminando um bem público.

Uma forma de tentar resolver este problema seria a empresa se conscientizar do problema que está causando a população e ao meio ambiente e implantar equipamentos e tecnologias capazes de reduzir e filtrar estes poluentes. Outro modo seria a população pagar uma quantia para que esta empresa instale estes equipamentos. O pagamento pela população de um valor para implantar tal sistema provavelmente será mais acessível do que arcar com custos a saúde, lavanderias e manutenção oriundas da poluição emitida.

As duas possibilidades mencionadas acima acarretam algumas dificuldades, contudo no que diz respeito à comunidade se juntar para pagar uma quantia para a empresa implantar os equipamentos para redução da poluição poderá ocorrer o problema conhecido como *free-rider* ou efeito carona. De acordo com Vasconcelos (2003), muitas pessoas irão se beneficiar sem pagar custo algum e as pessoas que estão pagando um custo maior por aqueles que não pagam irão desistir de contribuir resultando na ineficiência e continuação da poluição gerada pelo efeito carona. Outra dificuldade que pode surgir é a empresa poluidora não ter interesse em implantar um sistema para redução da emissão de poluentes.

Para se resolver estes impasses é comum a intervenção do estado que poderá impor um imposto à população com o objetivo de que todos contribuam da mesma forma para o controle da poluição. Outra forma é punir a empresa poluidora obrigando-a a implantar tecnologias para redução da poluição ou pagando taxas por quantidade de poluição emitida na atmosfera.

Além da classificação em positivas ou negativas, as externalidades podem ser classificadas dependendo do modo de envolvimento dos agentes. Estas classificações podem ser:

- a) *Externalidades consumo-consumo*: caracteriza-se por um tipo de impacto direto que ocorre quando os consumidores são tanto a fonte quanto os receptores da externalidade.
- b) *Externalidades produção-produção*: corresponde a outro tipo de impacto, que acontece quando os produtores são tanto a fonte quanto os receptores da externalidade.
- c) *Externalidades consumo-produção*: ocorre quando um ou mais consumidores são a fonte e um ou mais produtores são receptores da externalidade.
- d) *Externalidades produção-consumo*: surge quando um ou mais produtores são a fonte e um ou mais consumidores são os receptores de externalidades. (COSTA, 2005, p. 307)

As formas de negociação apresentadas como exemplos são as mais simples frente ao problema causado. A seguir será analisada a opinião de dois economistas, Pigou e Coase, onde propuseram alternativas para resolver estes impasses ocasionados pelas externalidades negativas.

2.2.3 Taxas pigouvianas

Arthur Cecil Pigou elaborou uma forma de imposto conhecida como taxa pigouviana. O objetivo desta taxa de modo geral é impor às empresas poluidoras uma taxa para a emissão de poluição fazendo com que as estas arquem com os custos gerados a sociedade por meio de externalidades negativas. Nas palavras de Vasconcelos (2003, p. 535) “taxa pigouviana: imposto sobre unidade de poluição emitida que deve igualar-se ao custo marginal social desta poluição no nível ótimo de emissão”.

Portanto para solucionar os problemas causados pelas externalidades Pigou utiliza a intervenção do estado na economia. De acordo com Rocha (2004, p.9) “essa concepção parte da premissa de que é possível a correção das externalidades negativas mediante a cobrança pelo estado, da diferença entre o custo marginal privado e o custo marginal social”.

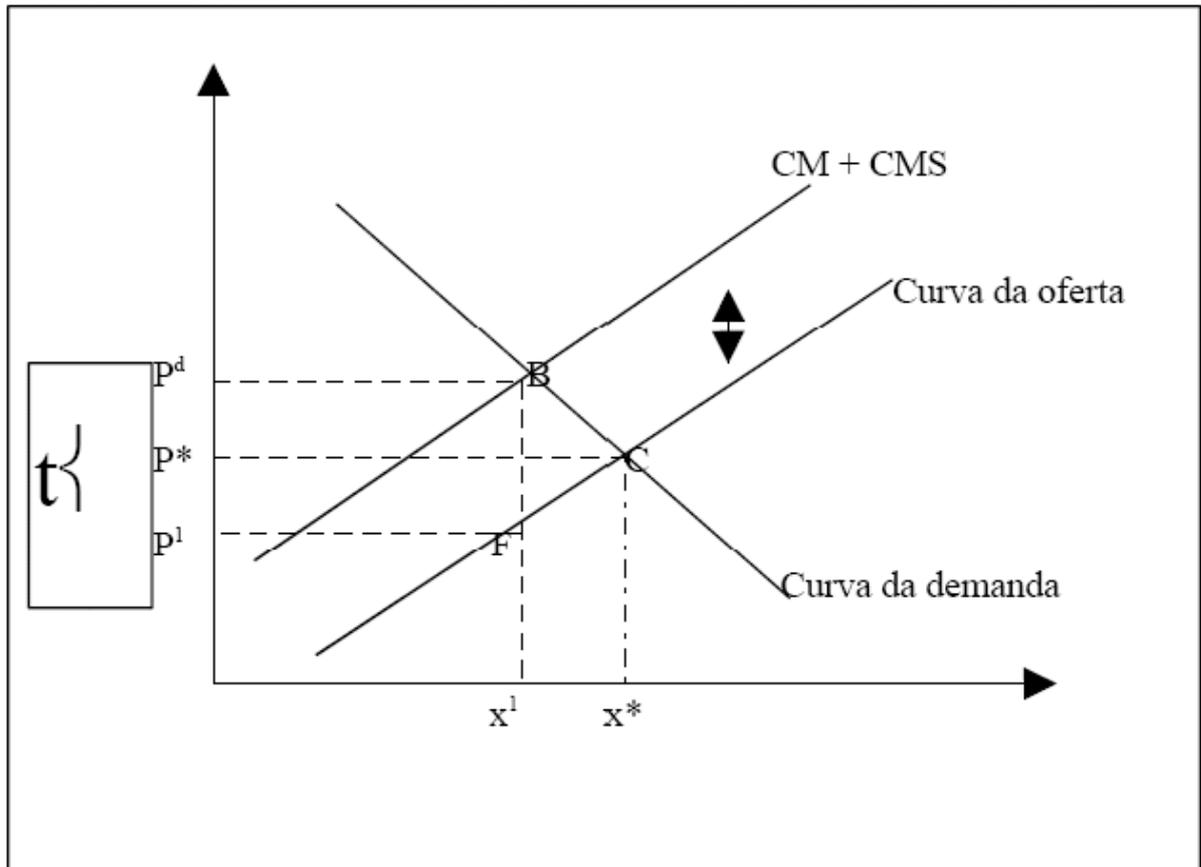


Figura 2: Correção de externalidades negativas por taxas pigouvianas
 Fonte: Rocha (2004, p.10).

Analisando a Figura 2 percebe-se que no ponto C (x^* , p^*) encontra-se o equilíbrio entre oferta e demanda, supondo que não exista nenhuma externalidade negativa afetando este equilíbrio. No entanto se durante o processo produtivo a empresa gere alguma externalidade negativa esta vai afetar o equilíbrio entre as curvas de oferta e demanda.

Com o efeito da externalidade o gráfico passaria para o ponto B (x^1 , p^d), em decorrência da imposição de um tributo por unidade produzida de valor igual ao da externalidade, onde a nova curva de oferta passa a incorporar o custo marginal privado (CM) mais o custo marginal social (CMS). Pode-se perceber na Figura 2 que com equilíbrio se deslocando do ponto C para o B, ocorre um aumento de preços para o consumidor e uma diminuição da oferta, o que pode ajudar a diminuir a pressão sobre os recursos naturais (CÁNEPA, 2003 apud ROCHA 2004, p. 9).

Um destaque para a taxa pigouviana é quando existe mais de um poluidor, Utilizando novamente a Figura 2, se for inserida mais uma empresa, tem-se, que uma pode reduzir sua poluição a um custo menor enquanto a outra deve arcar com custos maiores. O que irá ocorrer neste caso, de acordo com Vasconcelos (2003), é uma redução pequena da poluição por parte da empresa que possui custos mais elevados para a redução da poluição, enquanto a outra

empresa que possui custos mais baixos para reduzir a poluição vai optar por realizar reduções maiores no seu nível de poluição.

O que a taxa pigouviana permite no caso de mais de um poluidor é a minimização dos custos sociais na redução da poluição. De acordo com Costa (2005, p. 310) “a taxa pigouviana pode ser recomendada como a mais adequada quando houver mais de um poluidor e a preocupação de que a redução do nível de poluição seja realizada a um custo mínimo”. Outro aspecto positivo citado por Vasconcelos (2003, p. 536) é o estímulo que é gerado para as empresas poluidoras na busca por métodos e tecnologias que possam reduzir a emissão da poluição.

2.2.4 Teorema de Coase

Ronald Coase foi o ganhador do premio Nobel de economia em 1991. Um dos fatores contribuintes para este prêmio foi o seu teorema conhecido como teorema de Coase sugerido na década de 1960. Este teorema é caracterizado por uma idéia mais liberal do que o elaborado por Pigou. A idéia principal do teorema de Coase é de que a livre negociação entre as partes levaria a um nível ótimo de emissão de poluição.

De acordo com Vasconcelos (2003, p. 533) o teorema de Coase pode ser definido da seguinte forma. “Os direitos de emissão de externalidades (como poluição) são adequadamente definidos e não há custos de negociação entre as partes (a livre negociação entre as mesmas deve levar ao nível ótimo de emissão dessas externalidades)”. Um requisito fundamental para a aplicação do teorema é a definição sobre quem possui o direito de propriedade.

Para melhor definição do teorema será utilizado o exemplo mencionado por Costa (2005, p. 312). Onde existem duas empresas que utilizam a água de um mesmo rio. A empresa agrícola utiliza a água do rio para irrigação da lavoura; a empresa de celulose, durante o seu processo de produção lança poluentes no rio gerando uma externalidade negativa para a empresa agrícola, que terá que aumentar seus gastos para realizar o tratamento da água.

A Tabela 1 apresenta o lucro de cada empresa, o benefício marginal para a empresa de celulose e o custo marginal para a empresa agrícola. Caso não ocorra nenhuma intervenção a empresa de celulose vai optar por produzir 7 ou 8 unidades de emissão de poluentes para

obter o maior lucro, porém com este nível de poluição a empresa agrícola iria obter um lucro menor o que não estaria em um equilíbrio.

Tabela 1 – Externalidades geradas por uma empresa de celulose sobre a empresa agropecuária

| Emissão | Lucro empresa Celulose (π_p) | Lucro empresa Agrícola (π_c) | $\Delta\pi_p$ (benefício marginal) | $-\Delta\pi_c$ (custo marginal) | $\pi_c + \pi_p$ (lucro total) |
|---------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 0 | 1.160 | 3.000 | - | - | 4.160 |
| 1 | 1.440 | 2.990 | 280 | 10 | 4.430 |
| 2 | 1.650 | 2.960 | 210 | 30 | 4.610 |
| 3 | 1.800 | 2.900 | 150 | 60 | 4.700 |
| 4 | 1.900 | 2.800 | 100 | 100 | 4.700 |
| 5 | 1.960 | 2.650 | 60 | 150 | 4.610 |
| 6 | 1.990 | 2.440 | 30 | 210 | 4.430 |
| 7 | 2000 | 2.160 | 10 | 280 | 4.160 |
| 8 | 2000 | 1.800 | 0 | 360 | 3.800 |
| 9 | 1.990 | 1.350 | -10 | 450 | 3.340 |

Fonte: Costa (2005, p. 313)

O que Coase propõe, dado que o direito de propriedade neste exemplo é para a empresa de celulose, é a existência de uma negociação entre as duas empresas. Deste modo a empresa agrícola poderia obter um lucro maior, caso contribuísse com uma parte do seu lucro para que a empresa de celulose reduzisse o nível de emissão.

Em consequência o equilíbrio ocorreria no nível 4 de emissão de acordo com a tabela 1, pois caso a empresa de celulose aumentasse para 5 o nível de emissão estaria obtendo um lucro de 60, enquanto que a empresa agrícola deixaria de ganhar 150. Sendo assim, a empresa agrícola poderia oferecer um valor entre 60 a 150 para que a empresa de celulose reduzisse o nível de emissão de 5 para 4.

As críticas ao teorema de Coase surgem quando se trata de um bem público onde o direito de propriedade não é definido o que resultaria em um não acordo entre as partes. Outra dificuldade é quando existe mais de um agente, de modo que poderia gerar o problema do *free-rider* (efeito carona).

Em uma análise sobre as propostas de Pigou e Coase nas palavras de Rocha (2004, p.12) “tanto Coase quanto Pigou, em última análise, admitem a possibilidade de contaminar,

mesmo que o primeiro proponha a livre negociação entre as partes e o segundo a cobrança de taxas [...] será o mercado que por fim, definirá como compensar os desgastes ambientais”.

Uma crítica a estes dois autores, Coase e Pigou, vem a ser a dificuldade de atribuir um valor monetário para um determinado custo social, no caso de Pigou, enquanto que para Coase pode ser a dificuldade de se definir o direito de propriedade entre os diversos agentes envolvidos no processo. Uma última observação pode ser feita na diferença principal entre Pigou e Coase, onde Pigou admite a intervenção estatal enquanto Coase é mais liberal e defende que a livre negociação entre as partes levaria ao equilíbrio.

2.3 CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A idéia de desenvolvimento sustentável não surgiu de uma teoria ou foi criada por uma pessoa específica, mas sim por um conjunto de pessoas que perceberam os problemas ambientais e imaginaram o impacto que poderia ser causado caso nenhuma medida fosse tomada. A partir de um conjunto de pessoas com esta mesma preocupação com relação ao futuro o conceito de desenvolvimento sustentável foi adquirindo forma e evoluindo através de encontros, debates e estudos até chegar ao conceito propriamente dito.

O ponto de partida para a formulação do conceito de desenvolvimento sustentável se expõe no relatório “Limites do Crescimento” elaborado pelo Clube de Roma em 1971. Este relatório não foi elaborado em vão, ele se insere em um momento onde a economia esta aquecida e com uma grande produção demandando uma quantidade de energia e matéria-prima escassa naquele período. De acordo com Bursztyn (2006, p.57) o desequilíbrio entre oferta e consumo de energia e as diferentes formas de poluição estavam na agenda do relatório.

Romeiro (2003) ressalta que o relatório Limites do Crescimento empregava o crescimento econômico zero, com a intenção de tentar evitar uma catástrofe ambiental. Fica evidente que o relatório expõe a idéia de Malthus com relação ao crescimento populacional e em uma análise geral percebe-se a rigidez em relação à proteção do meio ambiente devido às medidas propostas.

No ano seguinte ao relatório do clube de Roma, ocorre a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (UNICED), em Estocolmo. As propostas tiveram como pano de fundo o relatório do clube de Roma, onde as discussões se centraram nos riscos ao meio ambiente e o papel dos diferentes países. Sobre o relatório, “o debate provocou uma

mobilização de idéias em torno de formas menos perdulárias de crescimento econômico. O conceito de eco desenvolvimento e a busca de tecnologias apropriadas vêm daí” (BURSZTYN 2006, p. 57). Entre os anos de 1972 a 1987 não ocorreram grandes mudanças nos debates que vinham acontecendo, de modo que não foram mencionados neste trabalho.

No ano de 1987 nasce um importante relatório que marcou o conceito de desenvolvimento sustentável. O relatório elaborado por uma comissão das Nações Unidas e coordenado pela ex-ministra da Noruega Gro H. Brundtland ficou conhecido pelo seu nome como relatório de Brundtland. De acordo com Brüseke (1998, p. 33) o conceito definido no relatório de Brundtland foi “desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades”.

O relatório de Brundtland possui uma visão complexa das causas dos problemas sócio econômico e ecológico da sociedade global. Segundo Brüseke (1998, p. 33) o relatório de Brundtland possui um nível maior em realidade se comparado com os relatórios da década de 1970. Com relação à comparação com relatórios anteriores Bursztyn (2006, p. 59) destaca que a reunião de Estocolmo, por exemplo, tratou mais a questão do meio ambiente humano enquanto o relatório de Brundtland foi mais focado no meio ambiente e no desenvolvimento, em outras palavras os relatórios anteriores ao de Brundtland focavam mais a questão do meio ambiente juntamente com questões humanas, não mencionando aspectos relacionados ao desenvolvimento.

O novo aspecto dado ao desenvolvimento sustentável tratado no relatório de Brundtland serviu como base para a conferência Rio-92, na qual ficou marcada pelo número de pessoas envolvidas, em torno de 35 mil pessoas e 106 chefes de estado, e por toda sua estrutura montada em torno deste encontro como, por exemplo, o número de jornalistas e matérias publicadas na imprensa durante a convenção.

Nesta conferência, dentre os vários aspectos abordados pode-se destacar o lançamento da Agenda 21 que se tornou o primeiro documento de compromisso internacional para o longo prazo. O crescimento da consciência sobre os perigos que o modelo atual de desenvolvimento econômico significa foi outro aspecto da Rio-92. (BRÜSEKE, 1998)

Com relação ao entusiasmo dos encontros no evento Bursztyn (2006, p. 60) “o clima geral dos encontros era inspirador de um certo otimismo e ao consagrar o conceito de desenvolvimento sustentável em termos amplos, lançava uma luz sobre uma possível maré de solidariedade”. Depois da Rio-92 ficou evidente que todo o clima e o entusiasmo marcado

durante a conferência não se revelou duradouro, pois muitos planos, propostas e metas não foram concretizados.

Bursztyn (2006) comenta de modo geral que apesar de todo o entusiasmo durante a Rio-92 não ter dados todos os resultados esperados após seu término, ocorreram mudanças importantes, como a Agenda 21, o fortalecimento de mecanismos voltados para a proteção do meio ambiente e o aumento da preocupação da sociedade com relação aos aspectos relacionados ao meio ambiente.

No início da década de 1990 fica claro que a questão do desenvolvimento sustentável faria parte de toda a economia mundial, de modo que não vem sendo tratada por um governo especificamente mais sim pela sociedade, que passa a perceber a importância da preservação para as gerações futuras.

Uma preocupação que existe com relação aos países em desenvolvimento está no fato de que estes ainda possuem um ecossistema mais equilibrado do que os países desenvolvidos. O Brasil com toda a sua riqueza natural é um claro exemplo dessa situação, e deve buscar um equilíbrio entre o bem estar da população e a preservação do meio ambiente.

Não se trata de evitar que as populações que possuem territórios ainda preservados disponham de seu meio para obter maior bem estar. O que se deve fazer é evitar que cometam os mesmos erros daqueles que obtiveram riquezas as custas de danos irreversíveis a natureza. (BURSZTYN 2006, p. 67).

No aspecto da política de desenvolvimento que os governos adotam, principalmente nos países em desenvolvimento, esta pode vir a entrar em confronto com o conceito de desenvolvimento sustentável. As políticas muitas vezes propostas por candidatos não possuem características sustentáveis conforme descrito abaixo:

Governos e candidatos ao governo abraçam ainda com a coragem dos desorientados a idéia de modernização, sem perceber que o modelo de industrialização tardia é capaz de modernizar alguns centros ou setores da economia, mas incapaz de oferecer um modelo de desenvolvimento equilibrado na sociedade inteira. (BRÜSEKE 1998, p.37)

Percebe-se que o conceito de desenvolvimento sustentável evolui ao longo dos anos, hoje busca se a preservação para as gerações futuras e para o próprio bem-estar do presente. O conceito não está totalmente definido, talvez novas mudanças possam ocorrer de acordo com o cenário mundial, mas o principal é que a consciência de que a preservação em relação ao planeta vem aumentando no decorrer do tempo.

No capítulo seguinte será analisado a questão da valoração ambiental, que permite analisar o valor monetário de um determinado recurso natural, também serão analisados alguns métodos aplicados neste contexto.

3 VALORAÇÃO AMBIENTAL

Todo recurso natural ou serviço ambiental possui uma enorme importância para determinadas espécies. Talvez para o ser humano um recurso ambiental não tenha grande importância ou não gere grandes benefícios, porém as espécies vegetais e outros animais podem ter uma dependência com determinado recurso ambiental para a sua existência.

Todo recurso ambiental possui um valor intrínseco, ou seja, o valor que lhe é próprio. Este valor pode refletir no interesse de outras espécies não-humanas devido ao seu interesse e direito de existência. Várias são as formas de valores que um recurso ambiental pode representar, mas neste capítulo o foco de interesse será o valor econômico.

Para poder chegar ao valor econômico a economia utiliza a valoração econômica. A valoração econômica tem por objetivo analisar as características e os benefícios gerados por um recurso ambiental e transformá-lo em valor monetário. De acordo com Ortiz (2003, p. 82) “o principal objetivo da valoração econômica ambiental é estimar os custos sociais de se usar recursos ambientais escassos, ou, ainda incorporar os benefícios sociais advindos do uso desses recursos.”

O objetivo de se transformar um recurso ambiental em um valor monetário é auxiliar no planejamento e projetos para a tomada de decisão. Para isto o economista utiliza-se de métodos específicos para cada caso com o intuito de expor o valor da forma mais correta possível, cabendo a ele a escolha do método mais adequado.

Neste capítulo será exposta primeiramente a composição do valor econômico de um recurso ambiental. Neste aspecto será analisada cada uma das variáveis que afetam o valor econômico.

Na seção seguinte, serão detalhados os principais métodos econômicos utilizados na valoração. Estes métodos podem ser pelo lado da produção ou pelo lado da demanda onde será incluída uma explicação e os métodos específicos para cada uma das análises.

3.1 O VALOR ECONÔMICO DOS RECURSOS AMBIENTAIS

Todo recurso ambiental possui um valor, onde para o ser humano certo recurso possa parecer ineficaz para outras espécies é uma condição de sobrevivência, logo um recurso ambiental pode ter varias formas de valores, mas de acordo com o objetivo deste trabalho a espécie de valor que interessa é o valor econômico. Com relação a esta forma de valor, seu

objetivo principal é poder analisar de forma monetária se determinado recurso ambiental traz mais benefícios do que outro investimento neste local, por exemplo, a construção de um shopping Center que destruirá parte de uma floresta.

Para poder analisar os benefícios que um recurso ambiental pode trazer de forma monetária é utilizado a fórmula do valor econômico de um recurso ambiental (VERA). Conforme será mostrado a seguir esta fórmula é composta de diversas variáveis que podem ter valores diferentes de indivíduo para indivíduo. O VERA pode ser descrito conforme a equação 1 abaixo:

$$\text{VERA} = (\text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO}) + \text{VE} , \quad (1)$$

onde:

VERA = valor econômico de um recurso ambiental;

VUD = valor de uso direto;

VUI = valor de uso indireto;

VO = valor de opção;

VE = valor de existência.

Na equação 1 tem-se agregados os valores de uso e os valores de não uso. Os valores de uso de um recurso ambiental podem ser classificados em valor de uso direto (VUD), valor de uso indireto (VUI) e valor de opção (VO) e o valor de não-uso representado pelo valor de existência (VE).

O valor de uso direto se relaciona com o indivíduo que utiliza diretamente um recurso ambiental, para melhor ilustrar o conceito será utilizado o exemplo de uma floresta. O indivíduo que utiliza a floresta para colher frutos, madeira, plantas, entre outras funções está utilizando diretamente este recurso natural. (ORTIZ, 2003)

Valor de uso indireto é advindo de funções ecossistêmicas de um recurso natural, de acordo com o exemplo da floresta mencionado acima, pode se ter a qualidade da água, ar puro, diversidades de espécies, beleza cênica. Para completar são todos os benefícios gerados pelo recurso natural que são advindos indiretamente.

Valor de opção ocorre pela atribuição de quanto o indivíduo estaria disposto a pagar pelo uso direto e indireto de um recurso ambiental no futuro. De acordo com Motta (1998) o valor de opção e de uso indireto são mais difíceis de serem calculados a preço de mercado do

que o valor de uso direto. No exemplo da floresta o valor de opção se associa com o quanto que certo indivíduo pagaria para poder ter esta mesma floresta no futuro.

E por fim o valor de existência é representado pela satisfação que um indivíduo possui em saber que o recurso existe sem nunca ter sido visto. O indivíduo pode atribuir certo valor a determinado recurso por uma posição moral, cultural, ética, ou altruística. Estas posições mencionadas demonstram o quanto pode ser diferente o valor de existência de um indivíduo para outro ou de uma região para outra. Utilizando-se o exemplo da floresta, um indivíduo pode atribuir um certo valor para ela sem nunca ter a visto ou se beneficiado de alguma forma com ela.

De modo geral o VERA representa a composição de valores que podem ser atribuído aos recursos ambientais, mas não demonstra os meios utilizados para se chegar a tal valor. Não se pode presumir o valor de um recurso ambiental questionando alguns indivíduos sobre o quanto que eles acham que vale tal recurso no presente, no futuro, etc. Para isto deve se utilizar os métodos de valoração econômica apresentado na seção seguinte.

3.2 MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA

Com o intuito de dar valor de mercado aos recursos naturais, a economia utiliza métodos que possuem especificidades próprias e limitações dadas pelo grau de utilização, cabendo ao economista escolher o método mais indicado para o caso e demonstrar os limites dos valores estimados e o grau de validade das mensurações utilizadas.

Os métodos para valorização econômica podem ser classificados, conforme Motta (1998), em métodos da função de produção, subdivididos em métodos da produtividade marginal e de mercados de bens substitutos (reposição, custos defensivos, custos evitados, e custos de controle), e métodos da função de demanda que se subdividem em métodos que utilizam mercados de bens complementares (preços hedônicos e do custo de viagem), e da valorização contingente.

Com relação aos métodos de valoração econômica, principalmente os que se subdividem da função de produção utilizou-se aqui como bibliografia básica o livro de Motta (1998), por se adequar mais ao objetivo deste trabalho e estar explicado de forma detalhada, o que não ocorre como um todo com as outras referências utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

3.2.1 Métodos de função de produção

Os métodos da função de produção são divididos em métodos da produtividade marginal e de mercados de bens substitutos, sendo caracterizados pela sua simplicidade e devido a isto são utilizados com frequência. (MOTTA, 1998).

Neste método observa-se o valor de um recurso ambiental (E), por ser utilizado como insumo ou fator na produção de outro produto (Z); mostra-se a partir daí o impacto do uso de E em uma determinada atividade econômica.

Sendo assim estima-se a variação do produto Z de acordo com a variação da quantidade de bens e serviços ambientais do recurso E. Este método é empregado sempre que vem a ser possível obter preço de mercado para a variação do produto Z ou dos substitutos.

A elaboração analítica da função de produção permite analisar com mais detalhes sua construção e disponibiliza um melhor entendimento. Presume-se a função de produção do produto Z, de modo que o nível de produção de Z seja expresso pela equação 2 da seguinte forma:

$$Z = F(X, E), \quad (2)$$

Onde X representa um conjunto de insumos formado por bens e serviços privados e E expressa um bem ou serviço ambiental gerado por um recurso ambiental que é utilizado gratuitamente. Com outras palavras a equação 2 demonstra dois tipos de insumos utilizados na função de produção, os insumos representados por X compõem outros insumos do setor privado enquanto que os representados por E compõem os insumos advindos de recursos ou serviços ambientais. Logo seu preço de mercado p_E é igual a zero. Onde p_Z e p_X os preços de Z e X, a função lucro do lucro (π) na produção seria:

$$\pi = p_Z Z - p_X X - p_E E = p_Z F(X, E) - p_X X, \quad (3)$$

O produtor ajusta assim a utilização do seu insumo de forma a maximizar o seu lucro. Assumindo que a variação de Z é marginal e, portanto não altera seu preço. A variação de lucro seria:

$$\delta\pi/\delta X = p_Z \delta F/\delta X - p_X = 0, \quad (4)$$

e

$$\delta\pi/\delta E = p_z \delta F/ \delta E , \quad (5)$$

Deste modo a variação de lucro do usuário de E é igual ao preço de Z multiplicado pela variação de Z quando varia E. Com esta premissa da função de produção será analisado a seguir o método da produtividade marginal.

3.2.1.1 Método da produtividade marginal

O método da produtividade marginal assume que p_z é conhecido e o valor econômico de E (VE_E) é expresso na equação 6, segue:

$$VE_E = p_z \delta F/ \delta E, \quad (6)$$

Pode-se verificar que VE_E , na equação 6 representa apenas valores de uso diretos e indiretos, relativos a bens e serviços ambientais utilizados na produção. Desta forma as especificações de E e F são difíceis de serem captadas diretamente na medida em que E se relaciona geralmente a fluxos de bens e serviços gerados por um recurso ambiental que depende do seu nível de estoque ou de qualidade. Frente a isto se faz necessário conhecer a correlação de E em F ou, se possível mais especificamente, as funções de dano ambiental ou as funções dose-resposta (DR) conforme mostra a equação 7.

$$E = DR (X_1, X_2, \dots, Q) , \quad (7)$$

onde X_i são as variáveis que, junto com o nível de estoque ou qualidade Q do recurso afetam o nível de E. Assim:

$$\delta E = \delta DR/ \delta Q , \quad (8)$$

As funções DRs ter por objetivo relacionar a variação do nível de estoque ou qualidade (extração ou poluição) com o nível de danos físicos ambientais e em seguida, identificar o efeito do dano físico (decréscimo de E) em certo nível de produção específico.

Um exemplo de DR pode ser as que relacionam o nível de poluição da água (Q) onde afeta a qualidade da água (E) que por sua vez, afeta a produção pesqueira (Z).

Com valores determinados para a função DR, pode-se estimar a variação do dano em termos de variação no bem ou serviço ambiental que afeta a produção de um bem. Na próxima seção será analisado o método de mercado de bens substitutos.

3.2.1.2 Método de mercado de bens substitutos

Bens substitutos são geralmente utilizados dada uma variação de um insumo ou produto. De acordo com Motta (1998) variações marginais de quantidade de Z devido a uma variação de E, podem ser adotados com base nos mercados de bens substitutos para Z e E. Utilizando-se como exemplo as praias, de forma que uma queda no nível de qualidade da água (Q) das praias resulta em um decréscimo de uma amenidade E classificado como um serviço de recreação gratuito. A perda de qualidade ou escassez do recurso E pode levar a procura por bens substitutos perfeitos (S) de E, a equação 9 representa a troca de E por S:

$$Z = F(X, E+S) , \quad (9)$$

Para se manter o produto de Z constante, uma unidade a menos de E será compensada por uma unidade a mais de S. Logo a variação de E será valorada pelo preço de S (P_s) observável no mercado. Esta substituição fará com que os usuários incorram em um custo privado no consumo do bem substituto $c_s = P_s \cdot \Delta E$.

Se uma firma for à usuária de E, existirá na função de lucro um custo c_s que será igual ao valor da produtividade marginal de E. Desta forma o custo c_s refletiria o valor de uso para firma derivado do recurso E. Nesta mesma forma, os indivíduos nas suas funções de utilidade podem encontrar substitutos perfeitos para o produto Z que consomem quando sua disponibilidade se altera devido à variação de E. A substituição de Z mostra que não são somente os insumos de produção que podem ser substituídos, sendo possível a substituição dos produtos, logo:

$$U(Z+S, Y_1, \dots, Y_n) , \quad (10)$$

A equação 10 é denominada como uma função de produção familiar e Y seriam os bens da cesta de consumo familiar. U pode ser representada por uma função de gastos familiar. Desta forma reduzindo uma unidade de Z devido a ΔE , o valor de uma unidade de Z será p_s , sendo:

$$VE_E = p_s \delta U / \delta E, \quad (11)$$

Portanto existirá um c_s positivo na função de gastos dos indivíduos equivalente a $p_s DZ$. Contudo estes métodos admitem que variações de E ou Z não alteram preços dos seus substitutos, e assim não induzem a variações do excedente do produtor e consumidor.

Com base em mercados de bens substitutos podem-se generalizar três modelos de fácil aplicação. O primeiro é conhecido como custo de reposição e ocorre geralmente quando o custo c_s representa os gastos incorridos pelos usuários em bens substitutos para garantir o nível desejado de Z ou E . Um exemplo, de acordo com Motta (1998), pode ser o custo de construção de piscinas públicas para garantir a recreação balneária quando as praias estão poluídas.

O outro método é conhecido como custos evitados, quando c_s representa os gastos que seriam utilizados pelos usuários em bens substitutos para não alterar o produto Z que depende de E . Como exemplo tem-se os gastos com tratamento de água necessário para a poluição dos mananciais; gastos com medicamentos para remediar efeitos na saúde causados pela poluição entre outros.

O terceiro método é denominado como custos de controle, onde danos ambientais que poderiam ser valorados pelos custos de controle que levaria aos indivíduos que utilizam tal recurso para preservar. Estes custos podem ser considerados como investimento para poder preservar o capital natural. Um exemplo seria os indivíduos de uma determinada região pagar uma quantia para efetuar o tratamento dos esgotos com o objetivo de preservar os recursos hídricos da região.

Com relação ao método de mercado de bens substitutos, assume-se que sempre se encontrará substitutos, porém encontrar substitutos perfeitos para os recursos naturais possui um nível de complexidade muito elevado, em outras palavras, muitos recursos ambientais possuem características únicas que se tornam difíceis de serem substituídos. No exemplo das praias, a substituição por piscinas, não seria considerado um substituto perfeito, pois o mar possui muitas características específicas que o diferencia das piscinas. Para os surfistas e

outros praticantes de esportes aquáticos, uma piscina poderia não ter valor algum, o que demonstra que um bem substituto pode não satisfazer as qualidades originais.

Outro problema que pode ser gerado com relação ao método de bens substitutos além da dificuldade de encontrar substitutos perfeitos pode ser a subestimação que é dada ao recurso ambiental. Com relação à economia seu valor pode ser prejudicado quando se afirma, por exemplo, que as praias poderiam ser substituídas por piscinas.

Uma questão importante dos bens substitutos vem a o custo de oportunidade. Este método relaciona as perdas causadas na renda privada com relação a ações utilizadas para preservação do recurso ambiental. O custo de oportunidade é muito utilizado para fazer uma comparação da renda que é sacrificada devido aos custos inseridos para a preservação de um recurso natural.

Com relação ao custo de oportunidade advindo do método dos bens substitutos, é que o custo de oportunidade não valora o recurso ambiental diretamente, apenas o custo que pode ser gerado em mantê-lo, por exemplo, preservar uma área de floresta nativa ao invés de desmatar para a construção de uma empresa. Dentre as diversas alterações que iriam ocorrer para o município o custo de oportunidade seria sacrificar empregos e arrecadação de impostos se permanecerem com a floresta. Com este método se encerra os métodos relacionados com a função de produção, na seção seguinte serão analisados os métodos relacionados com a função de demanda.

3.2.2 Métodos de função de demanda

Os métodos referentes à função de produção, vistos anteriormente pressupõem que as variações na função de oferta de um determinado recurso natural não alteram o preço de mercado. Com relação aos métodos de função de demanda, que serão analisados nesta seção, possuem como base uma variação na disponibilidade de um determinado recurso ambiental (E), que altera o nível de bem estar das pessoas.

A partir da alteração no nível de bem estar, ocasionado pela alteração de quantidade de E, é possível medir a disposição a pagar (DAP), ou a disposição a aceitar (DAA) dos indivíduos. O conceito de DAP pode ser descrito da seguinte forma: “quanto alguém avalia que pagaria para obter um bem ambiental ou, visto de outro modo, para evitar um prejuízo ambiental.” (MONTIBELLER, 2004, p. 101).

A partir de uma função de demanda D para um recurso ambiental E , é possível determinar o valor econômico de E de modo que uma variação de E seria dado pela variação do excedente do consumidor. A equação 12 mostra que a variação do excedente do consumidor se relaciona com os valores da disposição a pagar p_1 e p_2 relativas à variação de disponibilidade de E . Segue:

$$\Delta EC = \int_{p_1}^{p_2} D dp, \quad (12)$$

Com relação à função de demanda dois métodos serão analisados, o primeiro será o método de bens complementares (preços hedônicos e custo de viagem) seguido pelo método da valoração contingente.

3.2.2.1 Método de mercado de bens complementares

Bens perfeitamente complementares são consumidos em proporções constantes entre si. Baseado nisto uma análise sobre os bens e serviços privados complementares pode gerar alguma informação sobre a demanda do bem ou serviço ambiental relacionado com estes. O método de bens complementares se relaciona como o de bens substitutos analisado anteriormente.

Um bem complementar perfeito em relação a outro bem, terá seu valor zero caso a demanda pelo outro bem também o for. De acordo com Motta (1998) existe uma função utilidade onde X representa o vetor de quantidade relacionado aos bens privados e Q é o bem ou serviço natural não valorado no mercado complementar a X , a função utilidade é descrita na equação 13 a seguir:

$$U = U(Q, X), \quad (13)$$

Maximizando a utilidade sujeita a restrição orçamentária $Y = PX$ possibilita a identificação de várias possibilidades da demanda de X_i em X . Segue:

$$X_i = X_i(P, Q, Y), \quad (14)$$

Como Q influencia a demanda de X_i , logo, estimando a demanda de X_i para vários níveis de Q , é possível estimar indiretamente a demanda de Q . Com base nesta análise mais teórica serão analisados dois métodos que derivam dos bens complementares: preços hedônicos e custo de viagem.

Com relação ao método de preços hedônicos, sua base é a identificação de características de um bem privado cujos atributos sejam complementares a um recurso natural. Quando identificado todas as características que compõem o bem privado é possível mensurar o preço do recurso ambiental no preço de mercado quando outros atributos são isolados.

O método dos preços hedônicos possui uma grande utilização no mercado imobiliário e no mercado de trabalho de acordo com Ortiz (2003). Para uma melhor ilustração de como este método e aplicado na prática será utilizado o exemplo do mercado de imóvel onde será mostrada a alteração de preço frente à poluição atmosférica.

No mercado de imóvel existem certas peculiaridades que influenciam na escolha do preço do imóvel uma delas vem a ser o custo de produção do imóvel e outra vem a ser a composição de características que possibilitam em uma maior disposição a pagar por parte dos clientes.

Para poder efetuar o método dos preços hedônicos foram retiradas certas características que não alteram o valor do imóvel, independente da região onde se localiza, por exemplo, número de quartos, garagem, entre outros. Com relação às características que podem afetar os preços, foram divididos em três grupos de variáveis: região do imóvel (segurança, criminalidade, poluição atmosférica); locais (distância, tempo de locomoção); determinadas pelo produtor (independente da região onde se localiza).

Aplicando o método dos preços hedônicos analisou se o conjunto de características mais a que teve maior foco para este caso foi a referente à poluição atmosférica, pois era o objetivo de tal pesquisa, o resultado deste exemplo mostrou que uma redução do nível de partículas aumentaria o preço dos imóveis consideravelmente. (ORTIZ, 2003, p. 89).

Quanto ao método do custo de viagem, tem o objetivo de acordo com Ortiz (2003) estimar o valor de uso recreativo proporcionado pelo recurso ambiental analisando os gastos incorridos pelos visitantes a este local. Quanto mais longe for o local de origem dos visitantes ao recurso natural maior serão os seus gastos de viagens.

O método do custo de viagem pode ser aplicado em uma abordagem por zona ou individual, neste trabalho será analisada a abordagem por zona por ser a mais utilizada e encontrada na literatura. Para fazer o levantamento dos custos de viagem dos indivíduos é

utilizado um questionário elaborado no próprio local, para uma amostra de visitantes, onde se questiona o número de vistas no local, o custo de viagem, o local de origem e demais variáveis socioeconômicas com o intuito de obter as características dos indivíduos de determinadas zonas.

A partir do questionário aplicado ao longo de um ano ou de uma temporada pode se estimar a taxa de visitação de cada zona. Para isto será demonstrado na equação 15, a taxa de visitação por zona i (V_i) por certo número de visitantes, cem, por exemplo, onde pode ser correlacionada estatisticamente com os dados amostrais do custo médio de viagem da zona (CV) e outras variáveis socioeconômicas zonais (X_i) que ajudam a reduzir os motivos de outros fatores a um sítio ambiental. Segue a equação 15:

$$V_i = f(CV, X_1, \dots, X_n), \quad (15)$$

A partir da função f é possível realizar uma previsão da taxa de visitação de determinada zona, multiplicando pelo número populacional existente. Esta previsão ajuda o gestor do parque a aprimorar suas ações ao longo do período tendo uma média de receita e os gastos que poderá realizar.

Calculando se o custo médio de viagem de um indivíduo-padrão de determinada zona, pode se estimar a curva de demanda. Para isto se aumentar o custo de viagem de uma zona, derivando f em relação ao CV para cada zona, é possível medir a redução do número de visitantes em relação ao aumento do custo de viagem, podendo se ter uma curva de demanda f' .

A curva de demanda f' representa a disposição a pagar dos indivíduos conforme será mostrado na figura 3. De acordo com Ortiz (2003) a partir da curva de demanda pode-se calcular o excedente do consumidor, que demonstra o valor de uso direto do local de recreação.

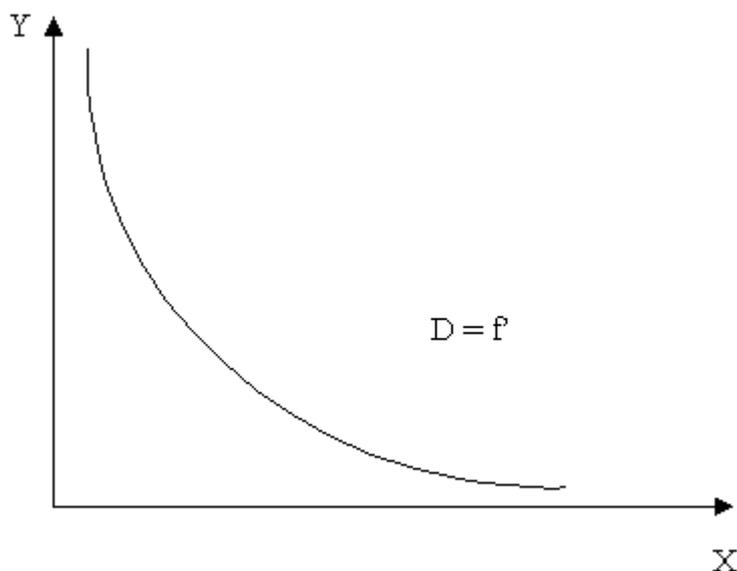


Figura 3 – Curva de demanda da função de custo de viagem

Fonte: (MOTTA (1998, p. 40) Obs: Nota: X representa o número de visitas; Y representa a disposição de pagar

A figura 3 mostra a curva de demanda com relação ao custo de viagem. Ela mostra o valor que pode ser cobrado de entrada, por exemplo, e o número de pessoas que estão dispostas a pagar tal valor; quanto mais próximo do eixo Y, maior o valor cobrado e conseqüentemente menor o número de visitantes.

Com relação ao método do custo de viagem existem alguns problemas em sua aplicação. Segundo Ortiz (2003) deve se ter o cuidado quando ocorre múltiplos objetivos na mesma viagem que não envolve somente o recurso ambiental, escolha de outros locais substitutos ao local analisado. Outra dificuldade encontrada é quando a visita a um local fornece demais opções de entretenimento do que somente o recurso ambiental. Mas no geral o método do custo de viagem vem a ser uma ferramenta bastante útil e de fácil aplicação, sendo bastante consistente com a teoria econômica.

Na seção seguinte será analisado outro método relacionado da função de demanda, a valoração contingente.

3.2.2.2 Método de valoração contingente

O método de valoração contingente é aplicado através de questionários com o intuito de poder juntar as diversas respostas dos entrevistados e assim obter um valor monetário para determinado recurso. Sua vantagem é que os recursos ambientais estão sujeitos aos preços de mercados ou são vistos exclusivamente para a produção de um produto específico.

Outra grande vantagem destacada por Ortiz (2003) e Motta (1998) é a de permitir a estimação de valores de existência. Como este método pode ser aplicado com um cenário hipotético, os indivíduos entrevistados podem expressar suas opiniões sem nunca ter visto ou usado o recurso, o que explica o valor de existência.

Para a elaboração do método de valoração contingente Motta (1998) explica detalhadamente cada etapa do processo, o que acaba se distanciando dos objetivos deste trabalho, então para expor de forma mais objetiva será utilizado o estudo de Ortiz (2003). A aplicação se divide geralmente em três etapas, criação do cenário a ser exposto, pesquisa de campo e disposição a pagar média.

Na primeira etapa, elaboração do cenário, deve se criar um cenário de fácil entendimento para não obscurecer as idéias do entrevistado e identificar o recurso ambiental que está sendo valorado. Na etapa seguinte, a da pesquisa de campo é onde ocorre a aplicação dos questionários para se obter a disposição a pagar dos indivíduos. Por último é feita uma média da disposição a pagar dos indivíduos utilizando-se de técnicas de econometria e multiplica-se pela população alvo.

Apesar deste método, de maneira ampla, ser bastante efetivo, possui alguns problemas metodológicos. Serão mencionados os de maior relevância de acordo com os autores estudados.

Montibeller (2004) destaca que a aplicação do método em uma comunidade de alta renda e com maior informação é diferente do que aplicada em uma comunidade de baixa renda e com pouca informação. Ortiz (2003) menciona de que como os indivíduos por estarem respondendo a uma pesquisa podem mencionar uma disposição a pagar mais elevada por saberem que se trata de uma simulação. Outro ponto refere-se ao não entendimento pelos indivíduos do que realmente estão respondendo e de que o entrevistador expresse alguma posição. Motta (1998) expõe as mesmas dificuldades mencionadas por Ortiz, porém de maneira mais detalhada e inclusive outras que como mencionado anteriormente, acabaria aprofundando o trabalho neste método e saindo dos objetivos do trabalho.

Com o método de valoração contingente é concluído o capítulo três de valoração econômica, reforçando que para cada estudo de caso realizado cabe ao economista escolher o método mais adequado. No próximo capítulo será exposta a problemática relacionada aos resíduos, conforme será descrito a seguir.

4 TRATAMENTO DOS RESÍDUOS

Na maior parte das vezes as pessoas não questionam o uso e destino dado ao lixo, preocupando-se apenas com seu recolhimento uma vez que pagam uma taxa por este serviço. Este raciocínio simplista de puro descarte dos objetos que não possuem mais serventia para as pessoas, contudo, deixa de considerar os elevados custos da coleta e tratamento dos resíduos, as pesquisas científicas realizadas e os problemas ambientais relacionados com o lixo.

Este capítulo busca demonstrar sob o ponto de vista econômico a evolução histórica do tratamento dos resíduos, e os aspectos relacionados à reciclagem do lixo focando no município de Porto Alegre, RS, bem como mensurar de forma monetária os benefícios gerados pela reciclagem de resíduos sólidos.

Na primeira seção será abordada a perspectiva histórica finalizando com a apresentação das formas de tratamento dadas aos resíduos realizadas em diversos países. Na segunda seção será demonstrada a gestão de resíduos focada no ciclo sustentável o evidenciando algumas formas de como são gerados os resíduos bem como as políticas que auxiliam a reaproveitar e reduzir a quantidade de lixo.

A terceira seção traz a questão da reciclagem iniciando com a apresentação dos motivos e das áreas relacionadas com a reciclagem. A segunda parte da seção consiste na abordagem econômica da reciclagem com estoque para os instrumentos econômicos que podem ser utilizados para ampliar o volume de resíduos ajudar a aumentar a quantidade de para a reciclagem.

Na quarta e última seção do capítulo 4 será apresentado, a formulação, o cálculo e a análise dos resultados que serão obtidos com a aplicação da equação do benefício líquido social do reaproveitamento em Porto Alegre que permite expressar de forma monetária, caso houver, os benefícios advindos do reaproveitamento de resíduos recicláveis.

4.1 PERSPECTIVA HISTÓRICA DOS RESÍDUOS

No continente europeu da idade média o lixo doméstico simplesmente era jogado nas ruas, devido a sua composição ser basicamente de compostos orgânicos como ossos e restos de alimentos. Com o aumento das populações nas grandes cidades, esta forma de disposição do lixo acabou atraindo vetores de doenças como ratos e baratas e a poluição da água e outros

fatores que ocasionados por esta forma de disposição acabam por sua vez trazendo várias doenças para a população.

A solução encontrada para a época é a mesma que foi e vem sendo utilizado ainda em certos locais, como depósito de uma grande quantidade de lixo jogada a céu aberto, conhecido como lixões. O método é bastante simples, o lixo é recolhido e levado para locais distantes de modo que a população da cidade não se sinta incomodada pela sua existência. Porém o lixo passou a ser considerado um grande problema para todos os municípios principalmente pelos custos que acarreta.

No decorrer dos anos até o século XX, a população cresceu consideravelmente em todo o mundo, novas tecnologias e formas de produção levaram a economia a um novo patamar, onde a sociedade passou a ser regida pelas leis consumistas. Os novos produtos passaram a utilizar embalagens mais elegantes, com maiores detalhes como, por exemplo, certos chocolates que possuem várias embalagens até chegar ao devido produto. Tudo isto aliado a novas matérias-primas utilizadas na produção de produtos mais modernos aumentou consideravelmente a quantidade de lixo, bem como seus danos causados ao meio ambiente pela má disposição.

Na concepção de Schenkel (2008), podem ser distinguidas três fases distintas ao longo do processo evolutivo da disposição dos resíduos. A primeira fase denominada de período arcaico decorre até o ano de 1972 quando foi criada a primeira lei de remoção dos resíduos. O período arcaico pode ser descrito pela falta de conhecimento científico com relação à disposição do lixo, pela limitada preocupação da sociedade e dos governantes e pelo grande poder de barganha existente das grandes empresas.

A segunda fase denominada de período do desenvolvimento inicia-se a partir de 1972 e vai até meados da década de 1990, mais precisamente após a Rio-92 com a criação da lei de reciclagem na Alemanha. As principais características deste período são o aumento de tecnologias relacionadas à gestão dos resíduos, redução do número de lixões para aumento dos aterros sanitários, aumento do número de incineradoras e o processo de reciclagem evolui consideravelmente e se torna adotado em diversos países.

A etapa de número três tem seu início em 1996 e segue até os dias de hoje. Conhecida como período moderno inclui melhoramentos na gestão de resíduos. Aplica-se um cuidado especial ao tratamento de resíduos que possuam substâncias perigosas, como restos de produtos químicos, conteúdos de latas de *spray*, ácidos e solventes. O que o período moderno busca de acordo com Schenkel (2008), é o tratamento adequado para produtos de maior perigo e melhorias no processo de gestão de resíduos.

Para uma melhor visualização do destino dos resíduos será utilizada a Tabela 2, que tem o objetivo de mostrar o tratamento que é dado aos resíduos nos diversos países.

Tabela 2 – Tratamento dos resíduos em países selecionados – 2006 (unidade)

| País | Aterro e/ou lixões | Incineração com recuperação de energia | Compostagem + Reciclagem |
|------------------|--------------------|--|--------------------------|
| Alemanha | 4 | 179 | 383 |
| Bélgica. | 24 | 155 | 296 |
| Brasil. | 251 | - | 33 |
| Espanha | 289 | 41 | 253 |
| França. | 192 | 183 | 178 |
| Hungria | 376 | 39 | 53 |
| Itália | 284 | 65 | 199 |
| Portugal | 274 | 95 | 66 |
| Reino Unido | 353 | 55 | 180 |
| República Tcheca | 234 | 29 | 33 |
| Suécia | 25 | 233 | 239 |

Fonte: Cempre (2006)

De acordo com a Tabela 2 o Brasil não possui um tratamento de resíduos adequado quando comparado a outros países, sendo que a maior parte dos resíduos gerados destina-se a aterros ou lixões com 251 unidades. Em comparação com a Alemanha pode-se verificar um tratamento de resíduos mais destinados a reciclagem com 383 locais seguida da incineração e por último a aterros ou lixões.

Percebe-se o nível de tratamento destinado aos resíduos nos países como Alemanha, Bélgica, Suécia por utilizarem mais unidades de tratamento com reciclagem e compostagem e incineração como recuperação de energia, o número de unidades referente a aterros é bem inferior. O Brasil além de possuir a maior parte do seu tratamento destinada às unidades de aterros e lixões destaca-se por não constar nenhuma unidade de incineração com recuperação de energia.

Fica claro que o Brasil tem muito que evoluir na forma com que trata a disposição dos seus resíduos. Nas próximas seções serão mencionados instrumentos e formas que podem ajudar a aumentar a quantidade de resíduos para a reciclagem.

4.2 GESTÃO DE RESÍDUOS

Uma boa parte do fluxo de materiais segue o caminho simples, que percorre a fase de extração da matéria-prima da natureza, seguindo para a fase de produção de um determinado

bem onde após a sua utilização é descartado. Mas este fluxo está ultrapassado por não estar econômica, social e ecologicamente correto.

Como os recursos naturais são limitados deve se utilizar o caminho circular dos materiais. Este fluxo é baseado no conceito de desenvolvimento sustentável elaborado no relatório de Brundtland, onde o objetivo do caminho circular de acordo com Strauch (2008) vem a ser uma redução na quantidade de matéria-prima utilizada juntamente com a queda na disposição final de resíduos.

Conforme Strauch (2008) um ciclo sustentável para os materiais e resíduos deve estar em sintonia com certos critérios como: renovabilidade, gastos de energia, emissão de poluentes, passivo ambiental. A renovabilidade está relacionada com o aumento da reciclagem de matérias-primas não renováveis como metais, petróleo entre outros. Os gastos de energia têm por objetivo buscar capturar todos os gastos energéticos que foram utilizados desde a extração da matéria até a disposição final. A emissão de poluentes, de forma similar aos gastos energéticos, busca o total de emissão de poluição emitida e por fim o passivo ambiental procura saber a quantidade dos materiais que acabam sendo descartados por inviabilidade de reciclagem, economicamente ou por conflitos ambientais.

Os critérios descritos são alguns que podem ser considerados como modo de produção e consumo sustentável, mas existem outros. Uma das funções destes critérios é tentar de alguma forma mensurar a capacidade e verificar-se o modo de produção utilizado é sustentavelmente correto. A Figura 4 representa o caminho circular de materiais que será descrito a seguir.

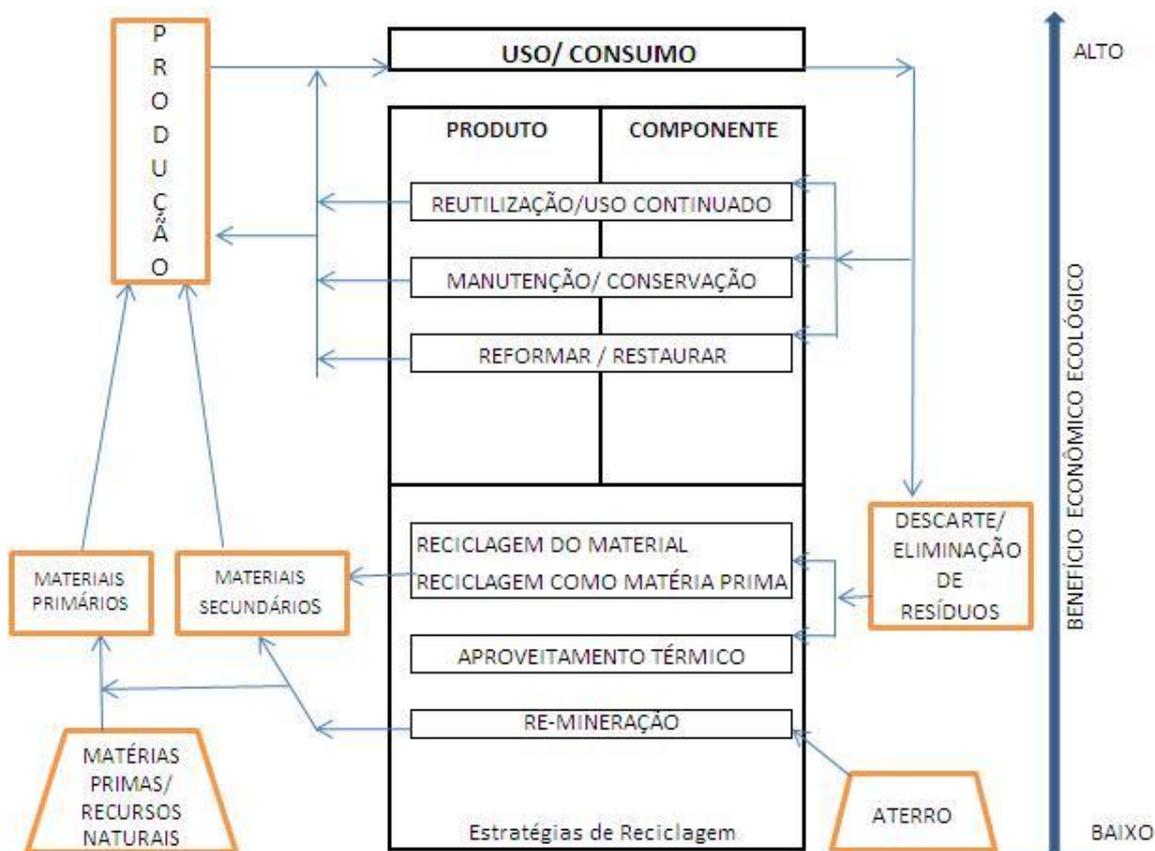


Figura 4 – Caminho circular de materiais
 Fonte: Baseado em Strauch (2008 p. 39).

Na Figura 4 pode se observar a seta no canto direito representando o benefício econômico e ecológico, indicando em outras palavras que a parte superior do ciclo como reutilização, manutenção e restauração são preferíveis à reciclagem e aproveitamento térmico pelo fato de os materiais e produtos não serem dissociados e transformados em matéria reciclada o que evita o custo de transporte, insumos de materiais e triagem utilizados na reciclagem.

De acordo com Strauch (2008) as políticas de gestão de resíduos devem focar-se no quadro superior da Figura 4, buscando uma maior utilização dos produtos fabricados e por um tempo um tempo superior evitando o descarte. Se a economia evoluir para uma questão mais racional, pode-se prever uma redução de médio e longo prazo na utilização das matérias-primas e menor quantidade de resíduos dispostos em aterros. As modificações mencionadas acima seriam algumas das várias alterações no contexto econômico, social e ambiental, se este ciclo fosse seguido.

No Brasil por não existir ainda uma lei de política nacional de resíduos sólidos segue-se a ordem inversa mostrada na Figura 4 que seria de maneira geral a disposição final,

reciclagem e posteriormente reutilização. De acordo com Strauch (2008) a legislação brasileira possui um amplo tratamento dado para a disposição dos resíduos, em menor parte algo sobre a reciclagem e praticamente nada a respeito de mecanismos de redução na geração dos mesmos.

Para uma melhor noção do patamar em que o Brasil se encontra, na Europa é exigido que os aparelhos eletrônicos, por exemplo, possuam um estilo que vise facilitar a sua desmontagem para tornar mais eficaz o reaproveitamento dos componentes internos (STRAUCH, 2008, p.42). Este comentário tem por objetivo expor a seriedade com que a gestão de resíduos vem sendo tratada nos países desenvolvidos.

Conforme demonstrado na Figura 4 percebe-se como prioridade evitar e reduzir a geração de resíduos sólidos. Para promover tal redução de acordo com Corney e Marscheider-Weidemann (1996 apud STRAUCH, 2008, p. 45) identificaram três formas básicas de como os resíduos são gerados e após a identificação propõem alternativas para combatê-los, As formas básicas da geração de resíduos são:

- 1-Como produto secundário do produto em si. (resíduos de produção, materiais usados na produção, embalagens, etc.)
- 2- O produto que não mais atende a sua função devido ao uso, desgaste, mau uso ou idade.
- 3- Devido a novas necessidades ou avanço tecnológico, o produto se torna obsoleto.

Dada estas três formas conforme Corney e Marscheider-Weidemann (1996 apud STRAUCH, 2008, p. 45) pensaram em alternativas para fomentar a redução de resíduos para cada forma de geração mencionada acima. O primeiro ponto é o mais estudado e conhecido por se aplicar em maior parte as indústrias o que torna mais fácil a fiscalização em relação aos consumidores. A redução na geração dos resíduos e a reutilização dos materiais estão relacionadas com custos e lucratividade o que torna muitas vezes como iniciativas naturais por parte das empresas. No Brasil de acordo com Strauch (2008) são ainda muito tímidas as iniciativas para redução de embalagens, salvo as altas taxas de reciclagem de latas de alumínio.

O segundo ponto se relaciona com o descarte de um produto que não funciona mais ou teve sua validade vencida. Corney e Marscheider-Weidemann (1996 apud STRAUCH, 2008, p. 46) mencionam alternativas como a produção de produtos mais duráveis, conserto de produtos danificados, revisão geral, atualização e reforma. Estas alternativas mencionadas, de acordo com Strauch (2008) possuem o objetivo de manter os produtos por mais tempo em

circulação e uso. Para se atingir tais medidas, o estímulo a confecção de produtos mais duráveis deve ser imposto aos fabricantes seja pela população ou pelo governo. As empresas que optarem pela produção de produtos com maior resistência e durabilidade, podem ter uma diferenciação no mercado permitindo maior lucro ao invés de produzir produtos de baixa qualidade com menor durabilidade o que aumenta o volume de resíduos sólidos.

Com relação ao terceiro ponto, a obsolescência pelo avanço tecnológico, Corney e Marscheider-Weidemann (1996 apud STRAUCH, 2008, p. 47) propõem alternativas como a reutilização por outros usuários com níveis de exigências inferiores, por exemplo, a doação ou venda de computadores para escolas ou escritórios que não necessitam de tecnologia de ponta. Outra alternativa destacada é a possibilidade de *upgrades*, pois muitas vezes é necessário trocar todo o produto para a substituição de um único componente, como outra opção existe a possibilidade de alugueis ao invés da compra de um produto que será pouco utilizado. Segundo Strauch (2008) as alternativas adotadas no terceiro ponto estão ligadas aos produtos que acabam não sendo utilizados até o final de sua real obsolescência ou vida útil onde então podem ser utilizados mais intensamente.

As alternativas mencionadas são algumas dentre as várias existentes, no entanto, os objetivos das mesmas, em sua maioria, não deixam de serem comuns entre si, ou seja, evitar e reduzir resíduos. Na próxima seção serão abordados aspectos relacionados à reciclagem de resíduos sólidos.

4.3 RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A reciclagem de resíduos sólidos segundo Calderoni (2003) possui relevância ambiental, econômica e social por possuir ligações com diversas esferas como:

Organização espacial; Preservação e uso racional dos recursos naturais; Conservação e economia de energia; Geração de empregos; Desenvolvimento de produtos; Finanças públicas; Saneamento básico e proteção da saúde pública; Geração de renda; Redução de desperdícios na fonte. (CALDERONI, 2003, p. 34).

Com estas relações pode se perceber a dimensão que a reciclagem se insere nas diversas esferas organizacionais. Com relação ao aspecto da geração de renda para a mão-de-obra de baixa qualificação Strauch (2008) comenta que não se deve olhar a produção e a reciclagem de resíduos como formas para a redução da pobreza, por outro lado de acordo com

a informação do Departamento Municipal de Lixo Urbano de Porto Alegre (DMLU) existem em torno de novecentas pessoas trabalhando nas usinas de triagem de forma legal e em condições adequadas.

Mota (2006) menciona que o reaproveitamento de matérias advindas da reciclagem evita custos intratemporais, relacionados com a poluição gerada pela disposição do lixo e custos intertemporais, englobando a utilização dos recursos exauríveis. Os custos evitados mencionados podem englobar diferentes benefícios gerados pela reciclagem dos resíduos sólidos, Calderoni (2003) descreve com mais detalhes os principais benefícios vindos deste processo, de maneira exposta a seguir.

O esgotamento de matérias-primas pode ser reduzido utilizando a reciclagem, não somente para os recursos exauríveis, mas também para os recursos renováveis como, por exemplo, a utilização da celulose para a produção do papel que acaba demandando diversas áreas para o plantio e remanejamento bem como a poluição gerada no processo produtivo do papel. Ainda no aspecto das matérias-primas os custos crescentes para a sua obtenção devido às maiores distâncias e dificuldades de extração, prova disto pode ser mencionado o caso brasileiro para a extração do petróleo na camada do pré-sal.

A economia de energia também é beneficiada pela utilização da reciclagem. O Brasil por possuir problemas relacionados com a alta demanda por energia elétrica e a falta de oferta acaba ocorrendo à falta de energia, gerando o “apagão”. Outro ponto relacionado com a energia elétrica são seus altos custos com geração e transmissão de maneira que a reciclagem de resíduos contribui para a redução de energia conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3– Redução no consumo de energia na produção através da reciclagem – 1997 (%)

| Papel | Plástico | Alumínio | Aço | Vidro |
|-------|----------|----------|-------|-------|
| 71,00 | 78,70 | 95,00 | 74,00 | 13,00 |

Fonte: Calderoni (2003, p. 36).

A Tabela 3 mostra que o reaproveitamento destes materiais contribui para a redução no consumo de energia caso fosse utilizado a matéria-prima. O alumínio possui destaque com 95% de economia de energia se utilizado matéria reciclada, pois seu processo de produção consome uma quantidade de energia considerável.

A indisponibilidade e os custos dos aterros sanitários são crescentes, onde em vários municípios, conforme Calderoni (2003), não existem mais áreas disponíveis para a criação dos aterros sanitários. Conforme informação do DMLU o lixo do município de Porto Alegre viaja mais de cem quilômetros para ser depositado.

A poluição causada e os prejuízos a saúde pública podem ser evitados com a utilização da reciclagem conforme a Tabela 4 que demonstra a redução da poluição através do uso de reciclagem para estes materiais ao invés do uso de matéria-prima.

Tabela 4 – Redução da poluição do ar e da água através da reciclagem – 1992 (%)

| Tipo de poluição | Papel | Alumínio | Vidro |
|------------------|-------|----------|-------|
| Ar | 74,00 | 95,00 | 20,00 |
| Água | 35,00 | 97,00 | 50,00 |

Fonte: Calderoni, (2003 p.37).

No aspecto da saúde pública a disposição inadequada dos resíduos em rios e córregos contribui para as enchentes bem como proporciona a proliferação de vetores causadores de doenças. Nos aterros sanitários, apesar da disposição correta dos resíduos o líquido gerado pela decomposição de resíduos orgânico conhecido como chorume pode causar a contaminação de aquíferos e do lençol freático.

Com todos estes aspectos mencionados com relação à reciclagem de resíduos sólidos pode se perceber sua importância bem como as diversas esferas que são beneficiadas. Na próxima seção será analisada a reciclagem sob a ótica econômica.

4.3.1 Reciclagem sob a ótica econômica

A reciclagem gera benefícios ambientais, sociais e econômicos, mas para a sua implementação e manutenção os custos se comparados entre a coleta normal e a seletiva simplesmente pelo valor e não olhando os benefícios proporcionados pela reciclagem pode se presumir que a reciclagem é inviável. De acordo com Motta (2006) existe uma falha de mercado diante do custo elevado, para o município ou agente privado, devido ao custo da reciclagem ser mais elevado do que o da coleta normal.

Diante do pressuposto de que o custo mais elevado da reciclagem possa tornar tal atividade ineficaz Calderoni (2003) argumenta que os custos da reciclagem podem ser mais elevados se analisados somente sobre a ótica de um agente e sem contar os benefícios gerados pela reciclagem em todo seu processo. Para os municípios se comparado o custo da coleta normal com relação à coleta seletiva praticamente inviabiliza a aplicação da coleta seletiva se analisado somente sobre esta ótica sem contar com os benefícios que podem ser gerados.

Strauch (2008) informa que os custos para a coleta seletiva são mais elevados, porque primeiramente o investimento é maior, além disto a coleta seletiva necessita de gastos com

logística, pessoal, combustível, caminhões e recipientes de coleta, porém reduz a intensidade no processo de triagem dos resíduos e se obtêm uma qualidade superior da matéria reciclada para a venda.

O motivo para expor a idéia destes três especialistas no tema é destacar que a coleta seletiva possui um custo mais elevado para o município ou agente responsável de modo que não deve se olhar somente sobre os custos, mas sim para todas as possibilidades de benefícios que podem ser geradas. Para uma melhor idéia da diferença de custos entre a coleta normal e a coleta seletiva, utilizou-se de informações do DMLU para o município de Porto Alegre, onde preço da coleta normal é de R\$ 59,30/t por tonelada e o da coleta seletiva de R\$ 112,00/t.

De acordo com Motta (2006) o nível de reciclagem é determinado pela participação da matéria reciclável em proporção ao total da matéria virgem utilizada no processo industrial de modo que a expansão do mercado de reciclagem depende do preço cobrado pela matéria-prima virgem e o preço da matéria secundária. O custo da matéria virgem é composto pelo custo de extração, da escassez de suas reservas e o custo de energia que se relaciona com o processamento da matéria, já o custo da matéria reciclável depende dos custos de coleta, separação, beneficiamento e transporte.

Com o objetivo de aumentar a quantidade de matéria para a reciclagem bem como reduzir os gastos com a coleta seletiva Strauch (2008) menciona as seguintes alternativas descritas abaixo:

- Separação na fonte: lixeiras separadas com coleta seletiva;
- Postos de entrega voluntária (PEV);
- Embalagens ou produtos retornáveis: troca de uma embalagem vazia por uma cheia, obrigatoriedade da entrega do produto usado para adquirir um novo, como é o caso com pneus em alguns lugares;
- Triagem em usinas de triagem. (STRAUCH 2008, p. 58).

Na seção seguinte serão expostos alguns instrumentos econômicos que tem como objetivo promover estímulos e aumentar a quantidade de resíduos destinada a reciclagem bem como suas vantagens e desvantagens no caso de uma adoção.

4.3.2 Instrumentos econômicos

A utilização de instrumento econômicos na reciclagem possibilita, de acordo com (MOTTA 2006, p.139.) “aumentar a eficiência dos mecanismos de mercado para ampliar

ganhos sociais e ambientais”. Prova de que os instrumentos para a ampliação da reciclagem devem ser utilizados é o nível de reciclagem em países desenvolvidos em comparação com o Brasil. A Tabela 5 compara a reciclagem de materiais na Alemanha, que é um país exemplar no tratamento de resíduos em relação ao Brasil.

Tabela 5 – Reciclagem de materiais no Brasil e na Alemanha – 2005 (%)

| País | Papel | Alumínio | Plástico | PET | Aço | Vidro |
|----------|-------|----------|----------|-------|-------|-------|
| BRASIL. | 45,40 | 94,40 | 20,00 | 51,30 | 40,00 | 46,60 |
| ALEMANHA | 74,50 | | 32,00 | | 89,00 | 97,00 |

Fonte: Cempre (2006).

Um instrumento econômico mencionado por Motta (2006), bastante eficaz na teoria seria o sistema de preço unitário onde é cobrada uma taxa por unidade de lixo gerada. Esta taxa deveria compor todos os custos de coleta e disposição bem como as externalidades geradas. O problema deste sistema é que uma grande quantidade de lixo seria levada a disposição ilegal o que o torna ineficaz na prática.

Existem outros instrumentos que ajudam a reduzir a quantidade de lixo na fonte bem como uma maior utilização da reciclagem. Motta (2006) menciona estes instrumentos que podem ser adotados, seriam eles: padrões mínimos para a utilização de reciclados na indústria, taxas sobre matéria-prima virgem, subsídios para os reciclados e o depósito-retorno. Existem outros instrumentos que podem ser criados ou modificados, mas se torna importante destacar que o objetivo principal é a redução na disposição final e o aumento para a reciclagem

Dentre os instrumentos mencionados nenhum é perfeito, pois cada um possui suas restrições e se enquadram melhor em determinados países ou regiões. A utilização do sistema de padrão mínimo para a matéria reciclada na indústria, por exemplo, Motta (2006) menciona que a dificuldade para fiscalização e determinação de um mínimo para cada setor da indústria o torna muito oneroso e de difícil aplicação e fiscalização.

O sistema que se mostra mais eficaz no sentido de custo e eficiência é o depósito-retorno de embalagens na qual é cobrado um valor a mais no produto e quando a embalagem deste produto é devolvida nos centros de coleta o indivíduo recebe este valor de volta. No aspecto de eficiência Motta (2006) destaca que em uma pesquisa realizada com o objetivo na redução do lixo em 10% o sistema depósito-retorno custou US\$ 45,00/t enquanto que para uma taxa sobre o produto final ficou em torno de US\$ 85,00/t e o subsídio à reciclagem em US\$ 98,00/t nos mesmos aspectos.

Um aspecto negativo do sistema depósito-retorno é que ele necessita de um custo administrativo para manter um local de entrega das embalagens de modo que em uma região

com uma população mais densa como as cidades estes custos seriam eficientes e os custos compensados, porém em regiões rurais, como as encontradas no Brasil a quantidade populacional é mais baixa de modo que não seria eficiente. Motta (2006) menciona a possibilidade de um subsídio a reciclagem e uma taxação sobre o produto final aliado com o sistema depósito-retorno para tornar mais eficaz a redução do lixo e a maior utilização das matérias recicladas.

4.4 O BENEFÍCIO SOCIAL LÍQUIDO DA RECICLAGEM

Conforme demonstrado na seção anterior vários são os benefícios que podem ser gerados com o reaproveitamento de resíduos sólidos, mesmo que seu custo seja aparentemente mais elevado para o município se comparado com a coleta normal. O preço oferecido no mercado para o material reciclado não reflete o benefício desta atividade, pois é somente uma variável da equação que será mostrada em seguida.

Para poder se calcular as externalidades geradas pelo benefício líquido social do reaproveitamento (BLSR) serão utilizados os gastos normais com a coleta do lixo, mais os danos ambientais que serão reduzidos, as reduções de custos econômicos com relação à matéria-prima utilizada pelo reaproveitamento juntamente e os gastos associados com o reaproveitamento. A partir destas informações será possível analisar o benefício, se houver, do reaproveitamento de resíduos que pode servir de base para cálculo de um nível ótimo de tributo ou subsídio que deveria ser aplicado para esta atividade. A seguir a equação que representa o BLSR utilizada por Motta (2006).

$$\text{BLSR} = \text{GCD} + \text{CA} + \text{GMI} - \text{GAR}$$

Onde:

GCD = gastos atuais e efetivos de coleta, transporte e disposição final de lixo urbano;

CA = danos ambientais resultantes da má coleta e disposição do lixo urbano;

GMI = reduções de custos associados em matéria-prima e outros insumos proporcionados pelo reaproveitamento;

GAR = gastos associados ao reaproveitamento.

4.4.1 Componentes da formulação

Nesta seção serão demonstrados os componentes utilizados para estimar o BLSR. Note-se que no cálculo utilizado por Motta (2006) foram realizadas estimativas para o Brasil e neste trabalho será analisado o BLSR para o município de Porto Alegre, RS.

O cálculo dos gastos efetivos com a coleta e disposição (GCD) variam de acordo com os aspectos de cada município. Para Porto Alegre a informação foi obtida junto ao departamento municipal de lixo urbano (DMLU) onde os gastos com a coleta e disposição são aproximadamente R\$ 59,30/t para cada tonelada de lixo. A disposição de resíduos do município de Porto Alegre é feita em aterros sanitários o que eleva seu custo e o torna diferente em relação a outros municípios que ainda adotam o sistema de lixões onde os custos para disposição são praticamente nulos.

Para o cálculo dos danos ambientais resultantes da coleta e disposição indevida (CA) será utilizada uma estimativa do quanto ainda deveria ser gasto para que sejam evitados danos ambientais, pois não foi possível calcular os danos ocasionados pela má coleta e disposição. Apesar da coleta de lixo em Porto Alegre atender a todos os bairros, sabe-se que, infelizmente, ainda há depósito de lixo em locais indevidos que acarretam em custos para toda sociedade.

Para o cálculo dos danos ambientais (CA) será utilizado a estimativa realizada por Motta (2006) onde deveriam ser gastos mais R\$ 7,70/t para que a coleta fosse totalmente efetiva, acrescentando R\$ 9,78/t para que este montante arrecadado fosse depositado em aterro sanitário e ainda seria necessário incluir R\$ 1,54/t para que os danos ambientais fossem minimizados resultando em um total de R\$ 19,02/t para que todo o lixo arrecadado fosse disposto de forma efetiva.

O cálculo dos custos de matérias primas evitadas pelo reaproveitamento (GMI) pode ser analisado sobre duas hipóteses de acordo com Motta (2006). Na primeira hipótese o próprio preço da sucata reflete os ganhos líquidos de reduções de custos de produção derivado do reaproveitamento, ou seja, o próprio preço da sucata fornece o GMI deduzido do GAR. Esta hipótese baseia-se que o mercado de sucatas estaria funcionando em perfeita competição com o valor marginal de GMI igual ao valor do GAR. A segunda hipótese mede o verdadeiro custo de oportunidade, pois é calculado com base nos custos evitados com energia elétrica, matéria-prima e água deduzidos dos custos privados de reprocessamento.

Para a utilização da hipótese 1, sob preços de mercado, será utilizada a Tabela 6 como base, onde esta descrito o preço da sucata para o município de Porto Alegre.

Tabela 6 – Preço unitário da sucata por material em Porto Alegre – 2009 (R\$/t)

| Papelão | Papel Branco | Latas de Aço | Alumínio | Vidro Incolor | Vidro Colorido | Plástico Rígido | PET | Plástico Filme |
|---------|--------------|--------------|----------|---------------|----------------|-----------------|-------|----------------|
| 140PL | 450PL | 160 | 1400PL | 40 | 40 | 300PL | 700PL | 400P |

Fonte: Cempre (2009) Nota: P = Prensado; L = Limpo

Na Tabela 6 os preços estão descritos para cada material, porém será utilizada uma média quando ocorre mais de um tipo de cada material para facilitar na aplicação do cálculo. A média esta descrita na Tabela 7.

Tabela 7 – Preço médio da sucata por material em Porto Alegre (R\$/t)

| Material | Preço médio da sucata (GMI – GAR) |
|----------|-----------------------------------|
| Alumínio | 1400,00 |
| Vidro | 40,00 |
| Papel | 295,00 |
| Plástico | 466,66 |
| Aço | 160,00 |

Fonte: Elaboração própria.

Para a hipótese 2 relacionada com o custo de oportunidade, o cálculo das reduções de custos associados em matéria-prima e outros insumos proporcionados pelo reaproveitamos (GMI) será adotado como base o estudo de Calderoni (2003) que mostra a quantidade de alumínio, vidro, papel, plástico e aço que foi produzida e não reciclada no ano de 1996 para o Brasil, bem como as perdas geradas pela não reciclagem destes materiais, estas informações constam na Tabela 8.

Tabela 8 – Custos evitados através da utilização de materiais recicláveis – 1997 (R\$/t)

| Material | Energia elétrica | Matéria-prima | Água |
|--|------------------|---------------|--------|
| Lata de alumínio Não reciclada – 19.800 t Perde EE – 12,1 milhões Perde MP – 1,2 milhão | 611,11 | 60,61 | |
| Vidro Não reciclado – 519.280 t Perde EE – 12 milhões Perde MP – 50,6 milhões | 23,11 | 97,44 | |
| Papel Não reciclado – 3.960.000 t Perde EE – 504,1 milhões Perde MP – 729,5 milhões Perde água – 472 milhões | 127,30 | 184,22 | 119,19 |
| Plástico Não reciclado – 1.980.000 t Perde EE – 380,2 milhões | 192,02 | 1.310,00 | |

Perde MP – 2.593,8 milhões

| | | | |
|---------------------------|--------|--------|-------|
| Lata de aço | 183,33 | 121,95 | 16,46 |
| Não reciclada – 492.000 t | | | |
| Perde EE – 90,2 milhões | | | |
| Perde MP – 60 milhões | | | |
| Perde água – 8,1 milhões | | | |

Fonte: Motta (2006, p. 217-218). Nota: Para o alumínio, vidro e o plástico o consumo de água é praticamente o mesmo utilizado para a produção de matéria-prima não gerando uma economia significativa.

Para a hipótese 2 somando a economia gerada de energia elétrica, matéria-prima e água se obtêm os seguintes resultados para o cálculo do GMI mostrados na tabela 8.

| Material | Ganhos proporcionados pelo reaproveitamento (GMI) |
|-----------|---|
| Alumínio. | 671,72 |
| Vidro | 120,55 |
| Papel | 430,71 |
| Plástico | 1.502,02 |
| Aço | 321,74 |

Fonte: Elaboração própria.

Para a obtenção dos gastos relacionados ao reaproveitamento (GAR), foi pesquisado junto ao DMLU de Porto Alegre os gastos relacionados com a coleta seletiva onde o valor fica em torno de R\$ 112,00/t.

A composição destes materiais recolhidos pela coleta seletiva encontra-se na tabela 9 onde foram desconsideradas a porcentagem de rejeitos, diversos e longa vida. Conforme informação do DMLU a porcentagem demonstrada na Tabela 10 sofre alterações devido aos catadores que acabam recolhendo os resíduos antes de serem coletados.

| Material | Composição por tonelada |
|----------|-------------------------|
| Alumínio | 1,23 |
| Vidro. | 12,35 |
| Papel. | 48,15 |
| Plástico | 27,16 |
| Aço | 11,11 |

Fonte: Cempre, Pesquisa Ciclossoft (2008)

4.4.2 Demonstração do benefício líquido social da reciclagem e análise dos resultados

Após a obtenção dos componentes necessários para a formulação, será apresentado o BLSR em duas tabelas, lembrando que a Tabela 11 parte do pressuposto que o preço de mercado está em perfeita competição, portanto a redução dos custos associados em matéria-prima proporcionado pelo reaproveitamento (GMI) é deduzido dos custos associados à coleta seletiva (GAR) e a Tabela 12 adota a redução dos custos associados em matéria-prima proporcionado pelo reaproveitamento (GMI) incluindo os custos da coleta seletiva (GAR) que ira representar o custo de oportunidade. As duas Tabelas 11 e 12 serão apresentadas a seguir ressaltando que os resultados obtidos são para o município de Porto Alegre.

Tabela 11 – Benefício líquido social do reaproveitamento pelo preço de mercado – 2009 (R\$/t)

| Hipótese 1 – Preço de mercado | Material | | | | |
|---------------------------------|----------|--------|--------|----------|--------|
| | Alumínio | Vidro | Papel | Plástico | Aço |
| Gastos coleta normal (GCD) | 59,30 | 59,30 | 59,30 | 59,30 | 59,30 |
| Danos ambientais (CA) | 19,02 | 19,02 | 19,02 | 19,02 | 19,02 |
| Preço médio da sucata (GMI-GAR) | 1400,00 | 40,00 | 295,00 | 466,66 | 160,00 |
| Total | 1478,32 | 118,32 | 373,32 | 544,98 | 238,32 |
| Total Ponderado | 18,18 | 14,61 | 179,75 | 148,02 | 26,48 |
| BLSR = 387,04 | | | | | |

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 12 - Benefício líquido social do reaproveitamento pelo custo de oportunidade – 2009 (R\$/t)

| Hipótese 2 – Custo de oportunidade | Material | | | | |
|------------------------------------|----------|--------|--------|----------|--------|
| | Alumínio | Vidro | Papel | Plástico | Aço |
| Gastos coleta normal (GCD) | 59,30 | 59,30 | 59,30 | 59,30 | 59,30 |
| Danos ambientais (CA) | 19,02 | 19,02 | 19,02 | 19,02 | 19,02 |
| Ganhos pelo reaproveitamento (GMI) | 671,72 | 120,55 | 430,71 | 1502,02 | 321,74 |
| Gastos coleta seletiva (GAR) | 112,00 | 112,00 | 112,00 | 112,00 | 112,00 |
| Total | 638,04 | 86,87 | 397,03 | 1468,34 | 288,06 |
| Total Ponderado | 7,85 | 10,73 | 191,17 | 398,80 | 32,00 |
| BLSR = 640,55 | | | | | |

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a Tabela 11 e 12 percebe-se que o valor de GCD, CA e GAR é fixo para todos os materiais, isto ocorre porque o GCD e o GAR são baseados nos custos da coleta normal e da coleta seletiva para o município de Porto Alegre e a CA esta baseada em uma estimativa realizada por Motta (2006). Os valores de GMI foram expressos de forma diferente de acordo com a hipótese utilizada nas Tabelas 11 e 12.

O valor de GMI na Tabela 11 esta expressando o valor de mercado cobrado para uma tonelada de dado material. Na Tabela 12 o valor de GMI utilizado pode sofrer algumas alterações devido à evolução dos processos tecnológicos para a reciclagem dos materiais, bem como no ajuste de preço da energia elétrica e água por estarem com base na pesquisa de Calderoni (1997), mas seu resultado expressa que para uma tonelada de plástico reciclado, por exemplo, existe uma economia de R\$ 1502,02 com relação à utilização de matéria-prima, ou seja, os ganhos sociais com a reciclagem do plástico são superiores do que a utilização de matéria-prima.

Não foi incluída para os materiais utilizados a capacidade de poluição que cada um exerce sobre o meio ambiente, bem como o tempo de decomposição por ser de difícil mensuração e acabar gerando uma grande quantidade de variáveis que poderiam distorcer o resultado final e prejudicar o objetivo do trabalho.

O resultado do BLSR foi ponderado de acordo com a participação de cada material na composição de uma tonelada de lixo coletado, conforme mostra a Tabela 10. O objetivo da ponderação possibilita expressar o resultado por tonelada que é coletada e levada a reciclagem, porém caso se deseja utilizar o benefício gerado para uma tonelada de vidro, por exemplo, basta se utilizar o total ao invés do total ponderado.

O valor do benefício líquido social do reaproveitamento pelo preço de mercado resulta em R\$ 387,04/t e para o custo de oportunidade em R\$ 640,55/t, esta diferença pode ser explicada de acordo com Motta (2006) pela super estimativa das reduções dos custos em matéria-prima proporcionados pelo reaproveitamento (GMI) ou pelas imperfeições de mercado capturadas pelo preço médio das sucatas.

O intervalo de preços existentes entre as Tabelas 11 e 12 podem servir como referência a um tributo ou subsídio para estímulo a reciclagem. Um aumento de resíduos destinados a reciclagem iria gerar maiores benefícios para o município possibilitando geração de renda, preservação do meio ambiente, redução das quantidades extraídas de matéria-prima, expansão do mercado de reciclados e ganhos econômicos.

De acordo com os resultados obtidos e com as análises realizadas ao longo do capítulo pode se concluir que a reciclagem de resíduos é uma alternativa viável economicamente e eficaz, principalmente com relação ao meio ambiente e redução de matéria-prima além de propiciar geração de renda para a economia. Com relação ao tratamento de resíduos percebe-se que a adoção de políticas e instrumentos econômicos se faz necessária elevar o país a um novo patamar no aspecto de tratamento de resíduos.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho possui como objetivo principal mostrar que a reciclagem de resíduos sólidos gera benefícios apesar do seu custo inicial ser mais alto bem como responder as questões que cercam esta pesquisa. No que se refere ao papel da economia com relação ao meio ambiente e a onde esta ciência se encaixa nos debates de sustentabilidade e preservação da natureza, verificou-se que a preocupação da sociedade nas determinadas épocas em que estas teorias foram elaboradas a preocupação com o meio ambiente eram mínimas, porém se identifica a idéia de que existiria um limite colocado pelo meio ambiente com relação ao desenvolvimento e a expansão da humanidade.

Utilizaram-se questões importantes abordada pela economia do meio ambiente principalmente com foco dado as externalidades e para complementar foi visto o teorema de Coase e as taxas pigouvianas. Os resultados desta análise mostraram que tanto Coase quanto Pigou, este último admitindo a intervenção estatal e Coase mais liberal, assumem de certa forma a possibilidade de contaminação e a aplicação destas teorias na prática requerem aprimoramentos devido à dificuldade que existe na negociação quando se possui mais de dois agentes ou quando o direito de propriedade não esta bem definido no caso de Coase e Pigou no aspecto de atribuir um valor monetário a um custo social.

O conceito de desenvolvimento sustentável é abordado analisando sua evolução no decorrer dos anos até se chegar ao atualmente utilizado que transmite a idéia da busca pela preservação para as gerações futuras e para o próprio bem-estar do presente. Mostra-se que a preocupação da sociedade com relação ao meio ambiente vem aumentando no decorrer dos anos principalmente pós a Rio-92 e que o conceito do desenvolvimento sustentável esta em constante evolução de modo que o conceito atual não é definitivo.

Continuando no âmbito do desenvolvimento sustentável apesar da sociedade estar tomando iniciativas e de que as empresas estão mais envolvidas com relação à preservação do meio ambiente existem políticas adotadas pelos governos que vão contra o conceito adotado de desenvolvimento sustentável, principalmente nos países em desenvolvimento que buscam como espelho os países desenvolvidos, mas não percebem que muitas destas políticas são desatualizadas e que a adoção destas políticas podem gerar grandes prejuízos principalmente ambientais para o futuro. Fica claro que tem muito que evoluir para que se tenha uma economia sustentável.

Uma análise importante deste trabalho foi a valoração econômica que permite demonstrar monetariamente o valor de um recurso natural o que auxilia bastante na análise e

elaboração de projetos. A valoração econômica neste trabalho auxiliou na elaboração do cálculo do BLSR e os modelos demonstrados podem servir de base para outros estudos de modo que os modelos acabam servindo de base para estudos mais detalhados.

Com relação aos resíduos que é um assunto de destaque no presente trabalho, sua perspectiva histórica se desenrola através de três momentos que demonstram acontecimentos importantes que marcaram a evolução do tratamento dado aos resíduos. Comparando o Brasil com outros países nota-se o quanto que deve se evoluir no tratamento dos resíduos.

Verificando no aspecto da gestão dos resíduos o caminho circular dos resíduos é um ponto chave, pois está ligado ao conceito de desenvolvimento sustentável. As políticas de tratamento de resíduos, de acordo com o caminho circular, devem focar-se na redução e reutilização para posteriormente serem reciclados.

No entanto o Brasil possui pouquíssimas políticas que visam à redução e a reutilização. Com relação às formas propostas que visam evitar e reduzir percebe-se que são bastante simples e que talvez um simples incentivo por parte dos governos ou organizações servisse de estímulo a sociedade para a adoção de tais medidas.

A reciclagem de resíduos sólidos possui uma abordagem especial neste trabalho, pois é a partir dela que será possível demonstrar se existe algum benefício desta forma de tratamento dado aos resíduos e responder o problema central do presente trabalho. A reciclagem de resíduos sólidos foi bastante questionada no seu início principalmente referente às vantagens que traria para os municípios que a adotassem devido ao seu custo ser muito mais elevado do que o tratamento convencional. E apesar dos resultados positivos, constata-se, que muitos municípios brasileiros ainda não adotaram tal sistema.

Para se reduzir os custos e aumentar a quantidade de resíduos levados para a reciclagem, pode se utilizar políticas e instrumentos econômicos para alcançar tais resultados. A utilização de lixeiras separadas por materiais e a utilização de postos de entrega voluntária são bons exemplos que podem ser utilizados para a redução dos custos e aumento da quantidade de resíduos destinados à reciclagem. A utilização do sistema depósito-retorno juntamente com um imposto sobre a utilização de matérias-primas ou um subsídio à reciclagem podem ser bastante eficazes para aumentar e estimular a reciclagem e a utilização destes materiais reciclados.

Na reciclagem de resíduos no Brasil destaca-se um alto índice de reciclagem para determinados materiais como o alumínio, (em torno de 95%) situando-se em um patamar dos países desenvolvidos, paralelamente a outros índices bastantes reduzidos, como o que ocorre com o vidro (aproximadamente 47%). Estes dois exemplos deixam claro que os índices

envolvem questões de forças de mercado que estimulam o preço pago pela tonelada mostrando que a adoção de instrumentos econômicos e políticas públicas devem ocorrer para ajudar a melhorar os baixos índices de reciclagem para determinados materiais.

O cálculo do benefício líquido social da reciclagem para Porto Alegre mostrou-se bastante satisfatório tanto para a análise sob o preço de mercado, quanto para o custo de oportunidade. Onde se comprovou que a reciclagem de resíduos em Porto Alegre traz benefícios para o meio ambiente reduzindo a disposição incorreta dos materiais e proporcionando uma redução no uso de matéria-prima. Neste aspecto pode ser elaborado um estudo para Porto Alegre a respeito de quais instrumentos econômicos seriam eficazes para o aumento e estímulo a reciclagem.

Outros benefícios além dos ganhos para o meio ambiente são a geração de empregos para mão-de-obra de baixa qualificação e o desenvolvimento de um mercado paralelo para a compra e venda de materiais recicláveis. A redução no uso de matéria-prima pela utilização de materiais reciclados proporciona uma redução no nível de poluição bem como na quantidade de energia utilizada. Outro ponto é que esta se preservando estes recursos exauríveis para as gerações futuras e reduzindo a quantidade de lixo levada aos aterros sanitários.

O benefício líquido social da reciclagem para Porto Alegre apesar de estar com o valor pago pelos materiais reciclados corrigidos bem como o valor das coletas constatou se que os resultados apresentados foram superiores a estudos anteriormente realizados, isto mostra um aumento de benefícios gerados ao longo do tempo. A análise sob o preço de mercado apresentou resultado inferior a análise sob o custo de oportunidade.

Para tornar o município de Porto Alegre ainda mais eficaz no tratamento dos seus resíduos, poderia ser implantados incineradores como fonte de energia. O uso de incineradores possibilita a utilização dos resíduos rejeitados para a reciclagem, ajudando a diminuir a quantidade de resíduos destinada aos aterros.

Não se utilizou no cálculo do benefício líquido social da recicagem o tempo de decomposição de cada material bem como seu potencial de poluição. Estas duas variáveis podem ser inseridas na equação assim como outras que forem pertinentes possibilitando a ampliação da pesquisa para novos estudos.

Para ajudar a melhorar o desempenho da reciclagem no município de Porto Alegre a população deve colaborar com o departamento municipal de lixo urbano ajudando dentro da própria residência na separação do lixo orgânico do sólido, o que facilita no processo de triagem.

Outro aspecto é atentar para os dias em que ocorrem à coleta seletiva visto que uma maior arrecadação de resíduos para a reciclagem proporciona maiores benefícios.

REFERÊNCIAS

BRÜSEKE, Franz Josef . O problema do desenvolvimento sustentável. In: CAVALCANTI, Clóvis (org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 1998, p. 29-40.

BURSZTYN, Maria A. Almeida; BURSZTYN, Marcel. Desenvolvimento sustentável: biografia de um conceito. In: NASCIMENTO, Elimar P; VIANA, João N. S.(orgs.) **Economia, meio ambiente e comunicação**. Rio de Janeiro: Garamond, 2006, p. 54-67.

Compromisso empresarial para a reciclagem (CEMPRE). Pesquisa Ciclosoft (2008), Disponível em <http://www.cempre.org.br/> . Acesso em: 25 abr. 2009.

Compromisso empresarial para a reciclagem (CEMPRE). Disponível em <http://www.cempre.org.br/> . Acesso em: 25 abr. 2009.

COSTA, Simone S. Thomazi. **Introdução à economia do meio ambiente**. Porto Alegre: PUCRS, **Análise**, v. 16, n. 2, p. 301-323, 2005.

LEMOS, Leandro Antonio de. **As decisões institucionais e a economia da sustentabilidade: impactos em um ambiente de incertezas**. Porto Alegre: Coordenadoria de documentação, **O direito na história**, v. 2, n. 2, p. 1-16, 2009.

MONTIBELLER Fº, Gilberto. **O mito do desenvolvimento sustentável: Meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. 2, ed. Florianópolis: UFSC, 2004.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro: FGV, 2006, p. 137-188.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1998.

ORTIZ, Ramon Arigoni. Valoração econômica ambiental. In: MAY, Peter; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA Valéria da (orgs). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2ª tiragem, Rio de Janeiro: Elsevier, 2003, p. 81-100.

RICARDO, David. **Princípios de economia política e tributação**. São Paulo: Abril Cultural, 1982 (Os economistas).

ROCHA, Jefferson Marçal de. **A ciência econômica diante da problemática ambiental**. Caxias do Sul: UCS, 2004.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, Peter H; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria da. (orgs) **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2ª tiragem, Rio de Janeiro: Elsevier, 2003, p. 1-32.

SABETAI, Calderoni. **Os bilhões perdidos no lixo**. 4, ed. São Paulo: Humanitas, 2003.

SCHENKEL, Werner. Elementos de uma concepção de resíduos. In: STRAUCH, Manuel; ALBUQUERQUE, Paulo Peixo de (orgs). **Resíduos: como lidar com os recursos naturais**. São Leopoldo: Oikos, 2008, p. 85-104.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Teoria do desenvolvimento econômico**. Tradução M.L Possas. São Paulo: Abril Cultural, 1982 (Os economistas).

SOUZA, Nali de Jesus de. (coord). **Introdução à economia**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1997.

SOUZA, Osmar Tomaz de. **Conceitos introdutórios em economia e meio ambiente**. Porto Alegre: PPGE/PUCRS, 2007.

STRAUCH, Manuel. Gestão de recursos naturais e resíduos. In: STRAUCH, Manuel; ALBUQUERQUE, Paulo Peixo de (orgs). **Resíduos: como lidar com os recursos naturais**. São Leopoldo: Oikos, 2008, p. 29-84.

VASCONCELLOS, Marco Antonio; PINHO, Diva Benevides (orgs). **Manual de economia**. 4, ed. São Paulo: Saraiva, 2003.