

VALORAÇÃO SOCIOAMBIENTAL APLICADA AO PLANEJAMENTO URBANO: ANÁLISE E DIRETRIZES DE DESENVOLVIMENTO PARA O BAIRRO DE SÃO CRISTÓVÃO - RIO DE JANEIRO (BRASIL)

C. Rosa, C. L. Nacif

RESUMO

Este trabalho analisa e indica possibilidades de adensamento para o bairro de São Cristóvão – Rio de Janeiro, Brasil, sob a luz da valoração dos custos socioambientais gerados pelo resultado em longo prazo das decisões locacionais, como contraproposta à produção da cidade capitalista de operar o crescimento urbano tangenciando o limite dos recursos ambientais. Este método construiu cenários de crescimento populacional numa faixa de 30 anos e valorou os impactos gerados por/nos recursos hídricos, na qualidade do ar, na coleta e disposição final dos resíduos sólidos, na energia elétrica e na arborização, a partir das visões de sustentabilidade forte e fraca, conforme Seroa da Motta (1995). A análise apontou para uma relação custo/benefício positiva na aplicação da sustentabilidade forte, indicando o oposto para a fraca, visto que os gastos hospitalares, a perda de produtividade e de bens materiais, devido à degradação ambiental, são maiores que os investimentos na mitigação de impactos ambientais.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta a valoração dos custos socioambientais – gerados pelo resultado a longo prazo das decisões locacionais, planejadas pelo setor público ou não. A valoração socioambiental, balizada pela quantificação monetária dos recursos, adota a lógica de produção de valor do modo de produção capitalista, e se faz entender através da lógica do mesmo. Este método aplicado ao planejamento urbano poderá agregar valor ao discurso adotado pela corrente que tem as cidades-mercadoria como ideal a ser alcançado, criando uma alternativa para novas discussões a respeito do futuro das cidades.

Acreditamos que a definição de parâmetros de sustentabilidade¹ do planeta não depende exclusivamente das questões econômicas, e deve ser socialmente definida a partir de processos coletivos, de tomada de decisão, na medida em que depende da mudança de práticas sociais, inclusive de comportamento.

2 A VALORAÇÃO AMBIENTAL

As técnicas de valoração ambiental tornaram-se uma ferramenta capaz de subsidiar as decisões de planejamento socioeconômico e espacial no país em suas diversas escalas de atuação. Nos diferentes estudos sobre a temática identificam-se, pelo menos, duas áreas de conhecimento que buscam a correlação entre os sistemas econômico e ecológico através do processo de associar valores econômicos aos bens e serviços ambientais, desenvolvendo métodos, conceitos e técnicas – a economia do meio ambiente e a economia ecológica².

Ao estudar as técnicas de valoração ambiental Seroa da Motta (1995) aponta dois tipos de sustentabilidade: a fraca e a forte. A fraca sustentabilidade apoia-se na hipótese de que existe substituíbilidade perfeita entre capital natural e capital material, garantindo às gerações futuras as mesmas condições das gerações presentes. Para tal, parte da renda econômica deve ser reinvestida em tecnologia para manter o nível de capital material e natural. Já a forte sustentabilidade, acredita que não há substituição possível entre capital material e natural, logo a sustentabilidade só seria garantida se o nível do estoque de capital natural fosse mantido constante.

O gráfico a seguir (Fig.1) sintetiza a relação fraca sustentabilidade *versus* forte sustentabilidade, onde o intervalo entre o nível ótimo ecológico³ (DE) e o nível máximo de degradação (DC), que ainda configura um aumento na produção, define a postura adotada pelos *decisionmakers* quanto as questões ambiental e econômica.

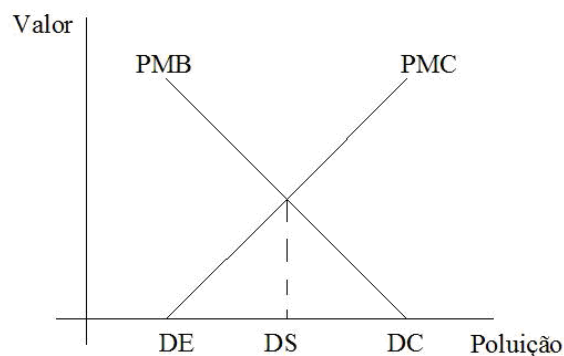


Fig. 1 - Gráfico ótimo ecológico de degradação
Fonte: Seroa da Motta, 1995.

Para a fraca sustentabilidade a interseção da curva dos custos marginais externos da poluição (PMC) com a curva de benefício marginal ou excedente econômico (PMB) resulta no ponto de nível ótimo econômico de poluição (DS). Aí as perdas de qualidade dos recursos ambientais são compensadas pelos ganhos econômicos. Sob a ótica da forte sustentabilidade, qualquer perda qualitativa ou quantitativa dos recursos naturais não pode ser compensada por ganhos econômicos, logo o ponto ótimo considerado é o ecológico (DE).

As técnicas de valoração ambiental podem ser divididas em dois grandes grupos de conceitos: o conceito de produção sacrificada e o de disposição a pagar. O primeiro mede os impactos negativos gerados no meio ambiente que poderão afetar a produção, como por exemplo, a perda da produção pesqueira devido ao lançamento de tóxicos nos rios. O segundo conceito aborda a disposição dos indivíduos a pagar por um determinado bem estar social atrelado a uma condição ambiental.

A valoração ambiental pode incorporar os fatores sociais resultantes da degradação ou conservação ambiental, tais como, doenças relacionadas à qualidade do ar, ao tratamento da água e do esgotamento sanitário, à perda de produtividade ou ao ganho psicológico a partir da qualidade do meio ambiente. Afinal, quanto vale o cantar dos pássaros, o vento fresco no rosto, áreas verdes públicas para contemplação e lazer, o silêncio noturno, o ar puro, a água limpa? Estes bens naturais até podem ser mensuráveis economicamente, mas quais os ganhos de bem estar para cada indivíduo envolto nesta atmosfera? Será que devemos sempre planejar além do limite do ótimo ecológico? Qual é o limite de expansão de nossas cidades?

3 O ESTUDO DE CASO

O bairro de São Cristóvão foi selecionado para aplicação da valoração socioambiental com base nos seguintes aspectos: (1) a evolução do bairro marca a sua fase industrial como sendo uma das principais responsáveis pela degradação ambiental; (2) o novo PEU, de 2004 - Plano de Estruturação Urbana visa recuperar o bairro da sua atual deterioração fisicourbanística e esvaziamento socioeconômico; (3) a existência de estimativas de crescimento populacional para área de planejamento no qual o bairro está inserido; (4) a existência de um plano de arborização para o bairro; (5) e acima de tudo a existência de dados sobre arborização urbana, recursos hídricos, qualidade do ar, energia elétrica, e coleta e disposição dos resíduos sólidos no bairro.

Vale salientar que a valoração socioambiental constrói suas hipóteses a partir de uma base de dados em que os cálculos são realizados, e, a busca e disponibilização de dados sobre a cidade e seus bairros nem sempre produz resultados positivos. Frente ao exposto este trabalho buscou o máximo de variáveis disponíveis pelos órgãos competentes.

3.1 Localização e Principais Características

Segundo informações da Prefeitura do Rio de Janeiro, São Cristóvão está inserido na Área de Planejamento 1, que engloba os bairros da área central do município: Benfica, Vasco da Gama, Mangueira, Maracanã, Caju, Santo Cristo e Praça da Bandeira. No último censo, em 2000, a população local foi estimada em 38 mil habitantes com rendimento médio familiar predominante na faixa de três salários mínimos.

No processo de evolução do bairro identifica-se períodos distintos: o período aristocrático, com o alojamento da família real na Quinta da Boa Vista em 1808; o industrial, no final do século XIX que contribuiu para a poluição ambiental local; e o período de fortalecimento da centralidade comercial e serviços a partir da década de 80. A partir de 1992 o bairro entrou em declínio econômico com degradação urbanística. Em 2004, o PEU buscou a reabilitação urbana através, principalmente, das possibilidades de adensamento residencial e da preservação do seu patrimônio histórico.

O bairro possui uma grande quantidade de ruas arborizadas, ainda fruto da sua configuração histórica, e conta com um grande parque urbano – a Quinta da Boa Vista e o parcelamento do solo apresenta lotes acima de 1000m² na periferia (uso industrial) e lotes de até 225m² no centro do bairro. Atualmente, o uso residencial destaca-se (quase 70% dos imóveis) e a predominância é de prédios com até dois pavimentos. A infraestrutura de abastecimento de água e a rede de esgotamento sanitário supria toda demanda populacional estipulada pelo censo 2000. O tratamento do esgoto é deficitário, pois a grande maioria dos dejetos é despejada na Baía de Guanabara. A drenagem urbana apresenta pontos de inundação devido à retificação e canalização de rios, associadas à grande área impermeável do solo⁴. A qualidade do ar do bairro está comprometida pelas atividades industriais poluidoras e pelas vias expressas que o atravessam, sendo estas últimas as maiores contribuidoras para poluição do ar através das PI's – Partículas Inaláveis⁵.

4 VALORAÇÃO SOCIOAMBIENTAL PARA O BAIRRO

A valoração socioambiental para o bairro de São Cristóvão foi desenvolvida a partir da construção de dois cenários hipotéticos de crescimento populacional e sua implicação na demanda de recursos naturais, nos impactos socioambientais gerados e na infraestrutura

necessária para evitar a degradação decorrente da urbanização. Frisa-se aqui que alguns itens abordados não puderam ser quantificados devido à falta de informações técnicas.

4.1 Construção de Cenários

O cálculo populacional foi baseado na hipótese de um marco na progressão populacional do bairro - o ano de 2004. Segundo os dados dos censos 1980, 1991 e 2000 o bairro vinha perdendo população e foi a partir 2004, com a implementação do PEU São Cristóvão que verificou-se um incremento populacional positivo⁶.

No desdobramento foi definida uma faixa temporal para realizar os cálculos de valoração socioambiental entre de 2004 a 2034, uma vez que 30 anos pode ser considerado um período temporal de longo prazo capaz de alterar a dinâmica urbana.

Para identificar a capacidade de absorção populacional do bairro foi elaborado um roteiro metodológico envolvendo: mapeamento e exclusão das zonas de bloqueio⁷ à ocupação. A posteriori, foram inseridos os polígonos do zoneamento de uso e dos gabaritos definidos pelo PEU. Através da interseção desses mapas foram extraídas porções com potencial de adensamento e seus respectivos gabaritos. Ao final, das áreas restantes foi excluído cerca de 25% do total para destinação pública, percentual definido pela legislação vigente.

Para o cenário 1 foi definido 100% de aproveitamento dos setores passíveis de adensamento residencial e para o cenário 2 o aproveitamento previsto foi de 50%. O cenário 1 apontou para projeção populacional de 114.974 habitantes e um incremento populacional de quase 90 mil habitantes. Já o cenário 2 indica uma projeção de 57.487 habitantes e um incremento de 32 mil habitantes. O cenário 2 apresenta-se mais próximo das possibilidades de crescimento já que admitir um aumento de 50% do contingente populacional parece uma hipótese mais plausível, visto que o indicativo do mercado imobiliário estimou um incremento de 57 mil habitantes.

4.2 Arborização Urbana

O objetivo para este item é quantificar o quanto de carbono pode ser sequestrado pela arborização urbana, avaliar seu custo de implantação e manutenção e seu valor de troca no mercado de carbono. Para realização dos cálculos, o arboreto foi dividido em duas partes: arboreto em vias públicas e arboreto na Quinta da Boa Vista. A metodologia adotada foi baseada nas considerações de Laera (2006), que aplicou a fórmula de Tanikasi (2000) para sequestro de carbono.

Uma das formas de estoque de carbono nas árvores ocorre através da biomassa viva acima do solo (BVAS), que possui valores entre 70 e 80% da biomassa total da árvore, logo o cálculo estimado da fixação do carbono será elaborado para esta biomassa. Este cálculo será usado para estimar o estoque de carbono em árvores adultas. A fórmula de Tanikasi (2000) define o estoque de carbono através da multiplicação entre o volume total da árvore, a densidade básica da árvore (peso seco/volume fresco kg/m³) e a concentração de carbono na madeira.

O cálculo de custo de implantação (plantio) e manutenção (podas) foi estimado a partir de valores utilizados por Laera (2006). Ressalta-se que o custo de plantio prevê uma parcela do seu valor (60%) financiado pela iniciativa privada, pois a legislação prevê a obrigatoriedade de doação e plantio de mudas para gerar o habite-se predial.

A arborização das vias públicas contava com 1.920 árvores, em 2005, com fixação de carbono em sua biomassa viva acima do solo de 1.098,91t, gerando um valor de compra no mercado de carbono de R\$10.780,31. O custo de plantio foi quantificado em R\$ 196.992,00 (R\$ 118.195,20 representam custo privado) e o de manutenção (poda) dessas árvores: R\$ 35.823,46 ao ano mais juros.

A Quinta da Boa Vista possui 1.762 árvores, com capacidade de fixar 2.181,68t de carbono, com valor de R\$ 21.402,29 no mercado de carbono. O custo de plantio do arboreto foi de R\$ 180.000,00 (R\$ 108.000,00 pela iniciativa privada) e o custo de poda pode ser considerado nulo, pois suas árvores pouco recebem poda.

Existe um projeto de arborização para o bairro de São Cristóvão, elaborado em 2007 que proporcionará o plantio de 1.762 mudas nas vias públicas. Este projeto irá gerar um custo de plantio de R\$ 143.229,60 (R\$ 85.937,76 pela iniciativa privada) e custo de manutenção ao ano de R\$ 26.046,64 mais juros. As novas árvores poderão sequestrar 416,73t de carbono, resultando em um valor de mercado de R\$ 4.088,12.

Observa-se que o custo de implantação e manutenção do arboreto urbano não é pago pelo seu valor no mercado de carbono, resultando, à primeira vista, em um investimento sem retorno promissor. Assim, muitas vezes os efeitos positivos da arborização urbana não são reconhecidos pela população e pelo poder público.

4.3 Abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana

O método de valoração socioambiental utilizado para o cálculo deste recurso será o de produção sacrificada ou de efeitos da degradação na sua dimensão intratemporal⁸. As perdas socioambientais relacionadas à poluição hídrica valoradas foram: a elevação da incidência de morbidade (perda de dias de trabalho) e mortalidade através de doenças cujo veículo é a água, danos em bens particulares e gastos médicos. Neste caso será estimado quanto deveria ser investido em coleta e tratamento de esgoto, tratamento e distribuição de água potável, e drenagem urbana para evitar as perdas mencionadas em duas perspectivas, a da sustentabilidade e a da sustentabilidade fraca. Os cálculos incluem os custos de implantação do sistema, de oportunidade (12%) e de operação (5%).

Para o cálculo dos sistemas de adução e tratamento de água, além dos cenários 1 e 2 foram traçadas a situação A e B, onde a primeira estima que toda água receberá ou tratamento simples (decantação e desinfecção) ou tratamento convencional, e a segunda estima que 1/3 da água continuará recebendo tratamento simples, já que os corpos d'água estão dentro de Áreas de Preservação Ambiental e provavelmente não serão afetados pela poluição, e 2/3 da água receberá tratamento convencional devido à proximidade urbana. A perspectiva da sustentabilidade forte indica o tratamento convencional para todo volume de água aduzido, e a perspectiva da sustentabilidade fraca indica somente decantação e cloração.

O sistema de coleta de esgoto não possui capacidade de atender à demanda futura, por este motivo será calculado um novo sistema de coleta de esgoto capaz de garantir o atendimento do bairro e separar as águas residuais e pluviais. Quanto ao tratamento do esgoto, atualmente, não se sabe o quanto do esgoto de São Cristóvão é tratado em um nível primário e o quanto é despejado diretamente na Baía de Guanabara. Contudo, acredita-se que a ETE – Estação de Tratamento de Esgoto Alegria será capaz de suprir a vazão de 5000l/s para tratamento primário e secundário. Esta vazão significa o tratamento de esgoto sanitário de 216 mil habitantes, o que, tanto para o cenário 1 quanto para o cenário 2,

estaria de acordo com as necessidades. Porém, é válido lembrar que a ETE Alegria não suprirá somente a demanda de São Cristóvão, mas também de outros bairros⁹.

O sistema de drenagem urbana apresenta-se deficitário, tanto por seu recebimento de águas residuais como na sua capacidade de drenagem, ocasionando enchentes em diversos pontos do bairro. Este trabalho propôs um novo sistema de drenagem sem ligações com o sistema de coleta de esgoto, além da inclusão do cálculo de custo de danos evitados diretamente e indiretamente por enchentes. Este cálculo utilizou o mapa de pontos críticos de drenagem do bairro e as respectivas densidades dos cenários 1 e 2 para quantificar o número de pessoas atingidas e o período de 20 anos para recorrência da chuva mais intensa.

4.4 Outros custos

A estimativa de custos de saúde associados à poluição hídrica aborda as questões de morbidade, morte prematura e os gastos médicos que poderiam ser aplicados para outras políticas públicas. Os dados utilizados foram baseados no material disponibilizado pela Secretaria Municipal de Saúde. As projeções do número de internações e de óbitos no período de 30 anos foram fundamentadas em coeficientes que indicam quantas pessoas serão internadas ou morrerão para cada 1.000 pessoas sadias, de acordo com as tendências observadas no período 2000/2006.

Os gastos médicos levaram em consideração somente o custo de internações, contudo sabe-se que existem custos realizados pelos pacientes em seus domicílios e custos ambulatoriais. O cálculo indica o número de internações por doenças veiculadas pela água, o valor médio do número de dias que o paciente fica internado e custo unitário de internações pelo SUS (Sistema Único de Saúde), gerando como resultado dessas multiplicações o custo total de gastos médicos que poderiam ser evitados com o adequado tratamento e destino da água. Custo de internação obteve a correção de 6,91%, que representa a média de aumento no valor da internação em cinco anos.

A morbidade foi calculada para faixa etária economicamente ativa dos 14 aos 59 anos, que concentra 44% dos casos de doenças. Foram identificados: o número de internações, o valor médio do número de dias que o paciente fica internado e o rendimento médio do paciente. O resultado desta multiplicação representa a produção sacrificada pelos dias de trabalho perdido¹⁰.

O cálculo da morte prematura definiu a produção sacrificada das pessoas que contrairão alguma doença advinda da poluição hídrica e virão a falecer por este motivo. Para simplificar o cálculo foram definidos os seguintes parâmetros: a expectativa de vida produtiva até os 65 anos de idade, quando o indivíduo pode aposentar-se por idade e a faixa etária economicamente ativa entre 14 e 59 anos. O cálculo assemelha-se ao de morbidade, onde as multiplicações entre óbitos que ocorrerão no período de 30 anos, dias de vida se não ocorresse o óbito e valor do trabalho diário resultam no montante de custo de produção sacrificada por morte prematura.

A compilação dos resultados gerou um quadro síntese, a seguir (tab. 1), que apresenta o Benefício Líquido para as perspectivas de sustentabilidade forte e fraca. Concluindo, quando há investimentos no tratamento da água, coleta e tratamento de esgoto, e no sistema de drenagem ocorre um benefício líquido positivo, verificando-se o oposto para o não investimento ou investimento parcial, pois quando não se investe há perdas socioambientais que tendem a tornar o benefício líquido negativo.

Tabela 1 - Quadro síntese de valoração aplicada aos recursos hídricos

Cenário 1	sustentabilidade forte		sustentabilidade forte - Situação B		sustentabilidade fraca			sustentabilidade fraca - Situação B		
	Custos realizados	Custos evitados	Custos realizados	Custos evitados	Custos realizados	Danos	Custos evitados	Custos realizados	Danos	Custos evitados
Tratamento e coleta de esgoto	76,47		76,47		53,62			53,62		
Tratamento de água	21,10		39,38		8,44			39,38		
Rede de drenagem	14,94		14,94		0			0		
Danos por enchentes		15,53		15,53		15,53			15,53	
Custos médicos		228,18		228,18		150,60	77,58		150,60	77,58
Morbidade		3,32		3,32		2,19	1,13		2,19	1,13
Morte prematura		158,50		158,50		104,61	53,89		104,61	53,89
Soma	112,51	405,54	130,79	405,54	62,06	272,94	132,60	93,00	272,94	132,60
C/B em milhões de R\$	293,03		274,75		-202,39			-233,33		

Cenário 2	sustentabilidade forte		sustentabilidade forte - Situação B		sustentabilidade fraca			sustentabilidade fraca - Situação B		
	Custos realizados	Custos evitados	Custos realizados	Custos evitados	Custos realizados	Danos	Custos evitados	Custos realizados	Danos	Custos evitados
Tratamento e coleta de esgoto	38,23		38,23		26,81			26,81		
Tratamento de água	10,55		7,03		4,22			7,03		
Rede de drenagem	7,47		7,47		0			0		
Danos por enchentes		7,77		7,77		7,77			7,77	
Custos médicos		134,51		134,51		88,78	45,73		88,78	45,73
Morbidade		1,96		1,96		1,29	0,67		1,29	0,67
Morte prematura		93,44		93,44		61,67	31,77		61,67	31,77
Soma	56,25	237,67	52,74	237,67	31,03	159,51	78,17	33,84	159,51	78,17
C/B em milhões de R\$	181,42		184,94		-112,36			-115,18		

4.4 Qualidade do Ar

Segundo o Instituto de Medicina Social da UERJ – Universidade Estadual do Rio de Janeiro 72% da poluição do ar no Rio de Janeiro tem como responsável os veículos automotores. Desses 72% de poluição emitida pelos veículos 65% são PI (Partículas Inaláveis) que são grandes responsáveis pelo aumento de doenças respiratórias principalmente nas faixas etária infantil e idosa. O bairro dispõe de poucos dados sobre a qualidade do ar e em anos não consecutivos, logo serão realizadas estimativas de qualidade

do ar para o período de 30 anos levando em consideração o aumento de fontes móveis (veículos). O cálculo estima o número de veículos que circularão no bairro no período de 30 anos, a emissão veicular de PI e a sua relação com o gasto médico e morte prematura por doenças pulmonares provocadas/acentuadas pela poluição do ar.

Para o cálculo de quantidade de veículos foi utilizada taxa de motorização do Plano Diretor de Transportes da Cidade do Rio (número de veículos por habitante) multiplicada pela população anual. Esta taxa corresponde para 2003 a 0,26 veículos por habitante e recebe incremento de 4,1% a.a. Os dados sobre o número de veículos que passam nas principais vias foram obtidos na CET-RIO (Companhia de Engenharia e Tráfego da Cidade do Rio de Janeiro), visto que existem veículos de outros bairros que circulam pelas principais vias de São Cristóvão. A partir dos dados de qualidade do ar para o ano de 2002 foram realizadas ponderações para estimar a concentração anual de PI em função do número de veículos que trafegam pelo bairro.

Considerando que para cada aumento de $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PI existe um aumento de 2,38% de óbitos por doenças pulmonares e que para cada $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PI corresponde um aumento de 1,8% de internações de crianças até cinco anos de idade, e de 3,5% de aumento de internações para pessoas acima de 65 anos, foram calculados os totais de internações por doenças pulmonares e de óbitos por doenças pulmonares, e retirada suas respectivas frações para as faixa etárias indicadas. A morbidade não foi calculada devido à inexistência de dados de pessoas internadas por doenças pulmonares devido à influência de partículas inaláveis na faixa de produtividade (15 aos 59 anos). Os dados relacionados à saúde foram obtidos na Secretaria Municipal de Saúde. O resultado desta análise aponta para um custo com internações e morte prematura de 92 milhões de reais no cenário 1, e de 50 milhões no cenário 2.

4.5 Coleta e Disposição Final dos Resíduos Sólidos

Neste cálculo será identificada a frota necessária para coleta, o dimensionamento do local de disposição final dos resíduos e seu custo de implantação. Quanto à coleta serão propostas duas situações: a primeira sem coleta seletiva e a segunda com coleta seletiva, dentro destes quadros existem as possibilidades de coleta com frequência de seis dias ou de três dias durante a semana. A disposição final dos resíduos apresentará as possibilidades de aterro sanitário ou o complexo aterro sanitário, usina de compostagem e centro de triagem.

A inserção de um aterro sanitário ou o complexo aterro sanitário, usina de compostagem e centro de triagem gera impactos ambientais numa escala regional. A escala local pode ter uma menor representatividade de impacto na medida em que a coleta seja efetuada em 100% dos domicílios com uma frequência capaz de evitar vetores, assim a maior representatividade de impacto estaria na emissão de partículas sólidas e gases do efeito estufa, pela frota de veículos coletores. Para calcular a frota de coleta foi identificada a quantidade de resíduos gerados por dia pela população, a frequência de coleta, o peso específico do lixo (determinante do tipo de veículo utilizado), o número de viagens por dia, a capacidade volumétrica do veículo, e um percentual de frota reserva¹¹.

Os resultados apontam um maior custo/benefício para investimentos em frotas com frequência de coleta de seis dias em relação à coleta de três dias. Já para a situação de coleta seletiva o custo apresenta-se um pouco maior do que a coleta convencional, contudo existem outros ganhos como conscientização da população, reciclagem dos materiais coletados, diminuição do consumo de energia e matéria-prima para produção desses materiais, retorno financeiro na venda destes rejeitos.

A disposição final de resíduos indicará duas opções: na situação A serão calculados aterros sanitários para os períodos 2004/2014, 2015/2024 e 2025/2034, visto que a vida útil de um aterro sanitário fica entorno de 10 a 15 anos, e na situação B serão calculados complexos de aterro sanitário, usina de compostagem e centro de triagem para os mesmos períodos. A área do aterro é calculada a partir da quantidade de resíduos gerada por dia, vida útil do aterro, altura do aterro, o peso específico do lixo compactado e fator de acréscimo de 40% da área para vias e construções de apoio. A determinação da área da usina de compostagem baseia-se na quantidade de resíduos gerada por dia, peso específico do lixo compactado, área de seção e largura da leira (cavidade na terra com formato de prisma triangular onde se deposita a matéria orgânica para compostagem), período de compostagem, área de folga da leira e fator de acréscimo de 40% da área para vias e construções de apoio. A área do centro de triagem foi baseada na matriz de 250m² para beneficiamento de 30 toneladas/dia realizando-se ponderações para valores abaixo e acima do caso base. Para todos os custos foi aplicado o custo de oportunidade de capital de 12% acrescido de 5% do custo operacional.

O custo com mitigação de impactos ambientais foi baseado no déficit em gestão de resíduos sólidos, que significa o quanto ainda precisa ser gasto para que os resíduos sejam todos coletados e destinados adequadamente de forma a evitar danos ambientais. O valor estimado foi o de forte sustentabilidade abatendo-se o custo da COMLURB – Companhia Municipal de Limpeza Urbana para coleta e destinação do lixo.

Observa-se, na tabela 2 a seguir, que o cenário de forte sustentabilidade apresenta um Benefício Líquido promissor e que o cenário de fraca sustentabilidade indica um Benefício Líquido negativo. O valor de venda junto com as diminuições de consumo de energia, água e matéria-prima dos recicláveis garantem a relação custo/benefício positiva e esta seria ainda mais promissora se recebesse o acréscimo da venda de energia por biomassa e de húmus resultante da compostagem.

Tabela 2 - Quadro síntese de valoração aplicada aos resíduos

Opções	Cenário 1				Cenário 2			
	sustentabilidade forte		sustentabilidade fraca		sustentabilidade forte		sustentabilidade fraca	
	Custos realizados	Custos evitados	Custos realizados	Custos evitados	Custos realizados	Custos evitados	Custos realizados	Custos evitados
Sem coleta seletiva - 6 dias								
Sem coleta seletiva - 3 dias			212,61				112,96	
Com coleta seletiva - 6 dias	112,04				50,08			
Com coleta seletiva - 3 dias								
Aterro sanitário			15,08				8,84	
Complexo(aterro sanitário, usina de compostagem e centro de triagem)	13,71				7,22			
Custo com impactos Ambientais		-82,64		-27,55		-47,41		-15,80
Valor de venda do material reciclável + energia conservada + materia-prima não consumida + água não consumida		7.555,83				4.454,18		
Soma	125,75	7.473,19	227,69	-27,55	57,30	4.406,76	121,79	-15,80
C/B em milhões de R\$	7.347,44		-255,23		4349,46		-137,60	

4.6 Energia Elétrica

O cálculo de energia elétrica quantificará a demanda para o setor residencial de 2004 até 2034. Pela dificuldade de estimar o acréscimo ou decréscimo do consumo nos setores industrial, comercial e público, visto que estes possuem dinâmicas mais complexas, será considerada a estabilização deste consumo para cada ano no referido período. Após levantamento da demanda foram indicadas as possibilidades de matriz energética (hidrelétrica, termelétrica, solar e eólica).

A energia elétrica representa um impacto em escala regional. Para a matriz hidrelétrica aponta-se o seu reservatório como aspecto negativo, já a matriz termelétrica evidencia a emissão de monóxido de carbono na atmosfera e as matrizes fotovoltaica e eólica apresentam um grande impacto visual e demandam grandes áreas de implantação.

O cálculo conclui que em termos de custo de implantação a termelétrica movida à combustível fóssil representa a melhor opção de investimento (369 milhões de reais) e que a termelétrica movida a gás demanda menor área de implantação (4.000m²). Porém, estas apresentam o impacto ambiental de poluição do ar, já que o gás natural libera 53t CO₂/TJ e o óleo diesel 74t CO₂/TJ.

As energias renováveis ainda apresentam um custo de implantação elevado comparadas a termoelectricidade, o parque eólico possui custo de implantação três vezes mais alto (1,2 bilhões de reais) e o parque fotovoltaico 32 vezes (12 bilhões de reais). O parque eólico depende de potencial de ventos, o que para a região metropolitana do Rio de Janeiro não se tornaria viável. Já a energia fotovoltaica, no requisito radiação solar, poderia ser explorada. Ambas esbarram na questão de espaço de implantação, pois demandam grande quantidade de área (3.695 km² e 2522 km², respectivamente). A única matriz que não possui restrição de área é a termelétrica e além desta vantagem possui ainda a facilidade de proximidade com o centro de consumo, o que resulta num menor dispêndio com redes de transmissão, cujo valor está na faixa de US\$ 1000/km.

Em síntese pode-se dizer que aplicando-se o conceito de sustentabilidade forte a energia fotovoltaica seria a mais adequada, e no conceito de sustentabilidade fraca a termelétrica a gás seria a mais indicada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho buscou apresentar resultados de valoração socioambiental para as decisões do planejamento urbano associadas aos conceitos de sustentabilidade forte e fraca. Lembra-se que este método, devido à impossibilidade de obter valoração econômica para todos os parâmetros existentes, não se encerra aqui e possui ainda longo caminho a ser traçado no desvendamento de dados e das relações dos mesmos com a degradação socioambiental.

A análise da valoração socioambiental do planejamento urbano do bairro São Cristóvão identificou: (1) que para a arborização urbana, inicialmente, a relação custo/benefício (C/B) seria negativa, contudo, pode-se apontar as diversas formas de benefícios intangíveis das áreas verdes nas cidades, tais como: conforto microclimático, controle da poluição atmosférica, controle da poluição sonora, controle da poluição hídrica, estabilidade do solo, controle da redução da biodiversidade, controle de vetores e aumento da fauna, conforto ambiental nas edificações, controle da poluição visual, conservação de energia, atendimento das necessidades sociais (aspectos histórico, cultura, estético e paisagístico), valorização das atividades e propriedades, entre outros. O cálculo desses benefícios torna-

se de difícil quantificação devido ao grande número de variáveis e a disponibilidade de dados para os cálculos; (2) quanto aos resultados apresentados nos quesitos abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana foi verificado que a C/B apresenta-se positiva para a implantação de procedimentos de sustentabilidade forte, ou seja, os custos com mitigação dos impactos ambientais associados aos custos com saúde são maiores do que a implantação de sistemas adequados para abastecimento, tratamento e recolhimento das águas; (3) na quantificação dos resultados para qualidade do ar do bairro foram identificados gastos com saúde a partir do aumento da poluição do ar por fontes móveis, entretanto, a mitigação destes danos à saúde estariam relacionados a uma política pública que estimulasse a diminuição da taxa de motorização, promovesse um transporte público coletivo de qualidade, incentivasse o uso de ciclovias, realizasse rodízios veiculares, e tornasse obrigatória a vistoria de veículos para uma taxa adequada de emissão de partículas sólidas. Este valor despendido em saúde e perda de capital humano seria convertido para outros setores públicos ou até mesmo para o setor de transporte; (4) a análise dos resultados obtidos nos cálculos de valoração referentes à coleta e disposição final de resíduos sólidos identifica a aplicação da sustentabilidade forte como sendo a mais sensata, visto que a coleta seletiva de seis dias diminui a proliferação de vetores com consequências positivas na saúde da população, e a implantação do complexo (aterro sanitário, usina de compostagem e centro de triagem) permite o tratamento diferenciado dos resíduos (orgânicos – compostagem, recicláveis - centro de triagem, demais resíduos – aterro sanitário) e diminuição do seu descarte no ambiente, gerando inclusive renda e diminuição de insumos na produção de materiais recicláveis; (5) o estudo da energia elétrica identificou as matrizes possíveis apresentando benefícios e malefícios. O resultado apontado pela sustentabilidade forte apresentou um alto custo de implantação e operação, ocorrendo o oposto para a sustentabilidade fraca. A energia limpa renovável ainda possui um custo elevado devido sua tecnologia de ponta.

No entanto, a apropriação de tal instrumental só irá ocorrer a partir da necessária intervenção do Estado, através de políticas e projetos que priorizem a qualidade do ambiente urbano, investimentos em tecnologias limpas e educação ambiental. Nossa cidadania ambiental precisa reagir às práticas do modo de produção capitalista e assumir discursos e práticas capazes de garantir a sustentabilidade urbana através do consumo consciente dos recursos socioambientais.

6 NOTAS

¹ Para maiores detalhes ver Acsehrad (2001). Para o autor sustentabilidade, atualmente, é uma expressão que se pretende a mais legítima, é uma noção a que se pode recorrer para tornar objetivas diferentes representações e ideias, e por isso sustentabilidade é um conceito em disputa.

² A economia ecológica prioriza a conservação dos recursos naturais pensando nas gerações futuras, pois entende que existem limites para o crescimento, fundamentados na escassez de recursos naturais e na capacidade de carga do planeta, que não necessariamente serão superados pelos avanços tecnológicos. A capacidade de carga do planeta está associada à magnitude da punção exercida pelas sociedades humanas sobre o meio ambiente - sua pegada ecológica. A pegada ecológica resulta do tamanho da população multiplicado pelo consumo per capita de recursos naturais, dada a tecnologia. A pressão pode ser atenuada pela tecnologia, mas não é eliminada. (Romeiro, 2003)

³ Ótimo ecológico - nível máximo de poluição que o meio ambiente é capaz de absorver sem gerar danos a terceiros.

⁴ Existe ainda a contribuição de esgotamento sanitário lançado nas galerias de águas pluviais.

⁵ As PI's são partículas provenientes de material particulado de névoas de compostos orgânicos e inorgânicos sólidos, com diâmetro menor do que 10 micras. Por serem menores, deixam a população ainda mais vulnerável a riscos de doenças do aparelho respiratório. (http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_saude.asp)

⁶ A nova Lei promoveu um aquecimento na construção civil pela alteração do zoneamento, gabaritos e IAT (Índice de aproveitamento do Terreno) que viabilizou empreendimentos residenciais no local.

⁷ Estes bloqueios podem ser físicos (relevos, riscos ambientais), restrições da legislação urbanística, ou áreas com usos institucionais (áreas militares, por exemplo).

⁸ Dimensão intratemporal - corresponde ao decréscimo do nível de utilidade ou de produção dos agentes econômicos devido às externalidades geradas pela degradação ambiental. (Seroa da Motta, 1995)

⁹ Torna-se necessário esclarecer que além da demanda residencial existe a demanda industrial, contudo por não existirem dados para o cálculo da mesma, esta não será avaliada neste trabalho.

¹⁰ O rendimento médio da parcela economicamente ativa no bairro está na faixa de três salários mínimos. O salário obteve correção de 1,6% a.a. e para o cálculo foi utilizada a média deste valor ao longo do período de 30 anos.

¹¹ A frota será renovada a cada 10 anos, pois a vida útil dos veículos fica em torno deste valor. As condições das vias determinaram quatro tipos de veículos, ficando 30% da frota com capacidade de 6m³/8m³ e 70% com 12/15m³. O bairro apresenta algumas vias estreitas e íngremes, onde serão utilizados veículos mais compactos para facilitar a coleta.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, H. (org.) (2001) **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**, DP&A, Rio de Janeiro.

LAERA, L. (2006), **Valoração econômica da arborização: a valoração dos serviços ambientais para eficiência e manutenção do recurso ambiental urbano**, Dissertação de Mestrado em Ciência Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

MAY, H., LUSTOSA, M. e VINHA, V. (2003) **Economia do meio ambiente: teoria e prática**, Elsevier, Rio de Janeiro.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, SECRETARIA DE QUALIDADE AMBIENTAL NOS ASSENTAMENTOS HUMANOS, INSTITUTO DE MEDICINA SOCIAL/UERJ, CENTRO DE ESTUDOS DE SAÚDE DO TRABALHADOR E ECOLOGIA HUMANA/ENSP/FIOCRUZ (2005) Qualidade do ar e feitos na saúde da população do município do Rio de Janeiro, **Relatório de Conclusão**, Ministério do Meio Ambiente, Rio de Janeiro.

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO, SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO, FÁBRICA ARQUITETURA (1998) **Diagnóstico de infra-estrutura básica da área da Unidade Espacial de Planejamento 05 referente aos bairros Vasco da Gama, Mangueira, Benfica e São Cristóvão**, Fábrica Arquitetura, Rio de Janeiro.

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO e INSTITUTO PEREIRA PASSOS (2005), **Indicadores ambientais da cidade do Rio de Janeiro**, IPP, Rio de Janeiro

ROMEIRO, A. (2001) Economia ou economia política da sustentabilidade? **Texto para discussão n.102**, IE/UNICAMP, São Paulo.

SEROA DA MOTTA, R. (1995) **Contabilidade ambiental: teoria, metodologia e estudos de casos no Brasil**, IPEA, Rio de Janeiro.

SEROA DA MOTTA, R. e SAYAGO, E. (1998) Propostas de instrumentos econômicos ambientais para a redução do lixo urbano e o reaproveitamento de sucatas no Brasil, **Texto para discussão n°68**, IPEA, Rio de Janeiro.