

6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

**ENTAC 2010**

XIII Encontro Nacional de Tecnologia  
do Ambiente Construído

## **VALORAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA ARBORIZAÇÃO URBANA PARA O BAIRRO DE SÃO CRISTÓVÃO**

**Carla Cristina da Rosa de Almeida**

Laboratório de Conservação de Energia e Conforto Ambiental – Escola de Arquitetura e Urbanismo –  
Universidade Federal Fluminense, Brasil – e-mail: [carlarosa.arq@gmail.com](mailto:carlarosa.arq@gmail.com)

### **RESUMO**

O presente trabalho analisa e indica possibilidades de desenvolvimento para o bairro de São Cristóvão – Rio de Janeiro, Brasil, sob a luz da valoração dos custos sócio-ambientais gerados pelo resultado em longo prazo das decisões locacionais (planejadas ou não), como contraproposta à produção da cidade capitalista de operar o desenvolvimento tangenciando o limite dos recursos sociais e ambientais. A aplicação deste método em São Cristóvão foi desenvolvida a partir da construção de cenários hipotéticos de crescimento populacional e suas implicações na demanda de recursos naturais, nos impactos socioambientais gerados e na infra-estrutura necessária para evitar a degradação decorrente da urbanização, numa faixa temporal de 30 anos (2004 a 2034). Foram valorados, no contexto urbano, os impactos gerados 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. Este artigo enfoca a valoração da arborização urbana concluindo 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. Contudo, os benefícios intangíveis das áreas verdes nas cidades é um fator decisivo para criação de zonas de amortecimento e obtenção de conforto ambiental com grande importância de qualidade de vida das populações.

Palavras-chave: arborização urbana; sustentabilidade; valoração socioambiental

# 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.

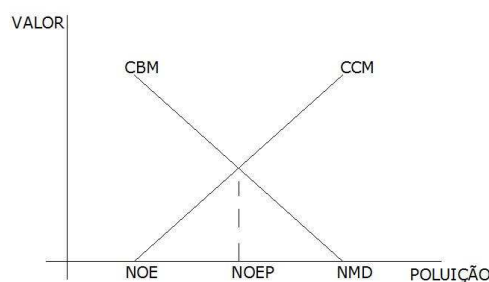
Acreditamos que a definição de parâmetros de sustentabilidade<sup>1</sup> do planeta não depende exclusivamente das questões econômicas, e devem ser socialmente definidos a partir de processos coletivos, de tomada de decisão, na medida em que dependem da mudança de práticas sociais, inclusive de comportamento.

## 1.1 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 ecológica<sup>2</sup>.

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 (Figura 1) sintetiza a relação fraca sustentabilidade *versus* forte sustentabilidade, onde o intervalo entre o nível ótimo ecológico<sup>3</sup> (NOE) e o nível máximo de degradação (NMD), que ainda configura um aumento na produção, define a postura adotada pelos *decisionmakers* quanto às questões ambiental e econômica.



**Figura 1** - Gráfico ótimo ecológico de degradação

Fonte: adaptado de Seroa da Motta, 1995.

Para a fraca sustentabilidade a interseção da curva dos custos marginais externos da poluição (CCM) com a curva de benefício marginal ou excedente econômico (CBM) resulta no ponto de nível ótimo econômico de poluição (NOEP). 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 (NOE).

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?

## **1.2 O estudo de caso**

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.

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 Plano de Estruturação Urbana (PEU, 2004) visa recuperar o bairro da sua atual deteriorização 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.

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.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo deste artigo é apresentar a técnica de valoração socioambiental como ferramenta para o planejamento urbano, tendo como enfoque valoração da arborização do bairro de São Cristóvão. O método de disposição a pagar adotou o mercado de carbono como base de valores econômicos/ambientais para a arborização urbana e baseou-se no cálculo de sequestro de carbono formulado por Tanizaki (2000).

## **3 METODOLOGIA**

A valoração socioambiental para o bairro de São Cristóvão foi desenvolvida a partir diagnóstico da arborização urbana, em seguida foi realizada a 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. Em seguida foi quantificado o quanto de carbono pode ser sequestrado pela arborização urbana, avaliando seu custo de implantação e manutenção e seu valor de troca no mercado de carbono. Por fim foram identificadas possíveis estratégias de urbanização eficiente voltadas para a sustentabilidade forte. Frisa-se aqui que os benefícios intangíveis da arborização urbana abordados não puderam ser quantificados devido à falta de informações técnicas.

### **3.1 Diagnóstico da arborização urbana**

São Cristóvão possui, aproximadamente, 768mil m<sup>2</sup> de áreas verdes, o que corresponde a um índice de 17,1m<sup>2</sup>/hab. O bairro apresenta uma grande quantidade de ruas arborizadas, ainda fruto da sua configuração histórica. Em 2007, o Instituto Pereira Passos - IPP propôs um Plano de Integração das Áreas Verdes da Região Administrativa da São Cristóvão. Este plano visa conectar as grandes áreas verdes existentes e criar corredores verdes com eixos estrutural, histórico e de acesso externo na Região Administrativa.

Segundo o levantamento realizado pelo Instituto Parques e Jardins – IPJ, em 2007, foram mapeadas 2667 árvores no bairro Imperial São Cristóvão e Vasco da Gama, das quais 79% são indivíduos jovens ou adultos. O estado fitossanitário das árvores indica que 95% dos indivíduos apresentam uma

condição fitossanitária satisfatória.

### 3.2 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 positivo<sup>4</sup>. 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 bloqueio à ocupação. Estas zonas de bloqueios podem ser físicas (relevos, riscos ambientais), restrições da legislação urbanística, ou áreas com usos institucionais (áreas militares, por exemplo). A posteriori, foram delimitados 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.

### 3.3 Valoração da arborização urbana

O objetivo destes cálculos é quantificar o quanto de carbono pode ser seqüestrado pela arborização urbana, o 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 equação para seqüestro de carbono Tanizaki (2000) (equação 1).

O carbono pode ser estocado de quatro formas diferentes na floresta: a biomassa viva acima do solo (BVAS), a biomassa subterrânea (BS), a matéria orgânica do solo (MOS) e a biomassa morta (BM). Nas florestas tropicais a BVAS possui valores entre 70 e 80% da biomassa total da árvore, logo o cálculo estimado da fixação do carbono será elaborado para esta biomassa viva acima do solo. Para tal, são necessários os dados dendrométricos da árvore, que são a altura da árvore, o DAP (Diâmetro na altura do peito, à cerca de 1,30m do solo) e a densidade básica da árvore (peso seco/volume fresco kg/m<sup>3</sup>). Lembrando que para atingir o clímax de carbono em estoque, a árvore leva entre 20 e 30 anos, logo este cálculo será usado para estimar este estoque em árvores adultas. Tanizaki (2000) formulou a seguinte equação:

$$C = (DAP/200)^2 \times \pi \times H \times FFA \times db \times 50\%$$

(eq.1)

Onde:

DAP = diâmetro na altura do peito (cm)

$\pi$  = 3,14

H = altura da árvore (m)

FFA = fator de correção de volume cilíndrico para volume real = 0,72

db = densidade básica

50% = 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), obtidos na Fundação Parques e Jardins (FPJ). Estes valores correspondem a Área de Planejamento 4 da cidade, mas considerando uma homogeneidade desses custos para toda cidade constata-se que aproximadamente 30% das árvores recebem poda anual. Ressalta-se que o custo de plantio tem uma parcela do seu valor (60%) financiado pela iniciativa privada, pois a legislação prevê a doação e plantio de mudas para gerar o habite-se predial.

A arborização das vias públicas contava, em 2005, com 1.920 árvores com fixação de carbono em sua

biomassa viva acima do solo de 1.098,91t (tabela 1). Este quantitativo gerou um valor de compra no mercado de carbono de R\$10780,31 (tabela 2). O custo de plantio (tabela 3) foi quantificado em R\$ 196.992,00 (R\$118.195,20 representam custo privado) e o de manutenção (poda) dessas árvores gira entorno de R\$ 35.823,46 ao ano mais juros (tabela 4).

**Tabela 1** – Cálculo do seqüestro de carbono segundo Tanizaki(2000) para arboreto em vias públicas na situação atual. Fonte: Rosa, 2009

Número de indivíduos	Volume total da árvore (m³)				densidade básica de lenho (Kg/m³)	Teor de carbono (50%)	Carbono Sequestrado (Kg)
	DAP (m)	PI	H (m)	FFA			
8	10	3,14	2	0,72	1,00E+03	0,5	45,22
46	10	3,14	3	0,72	1,00E+03	0,5	389,99
95	10	3,14	4	0,72	1,00E+03	0,5	1.073,88
90	10	3,14	5	0,72	1,00E+03	0,5	1.271,70
28	10	3,14	6	0,72	1,00E+03	0,5	474,77
3	20	3,14	2	0,72	1,00E+03	0,5	67,82
48	20	3,14	5	0,72	1,00E+03	0,5	2.712,96
54	20	3,14	6	0,72	1,00E+03	0,5	3.662,50
56	20	3,14	7	0,72	1,00E+03	0,5	4.431,17
60	20	3,14	8	0,72	1,00E+03	0,5	5.425,92
28	20	3,14	9	0,72	1,00E+03	0,5	2.848,61
8	30	3,14	14	0,72	1,00E+03	0,5	2.848,61
6	30	3,14	15	0,72	1,00E+03	0,5	2.289,06
3	30	3,14	16	0,72	1,00E+03	0,5	1.220,83
....							
1	70	3,14	33	0,72	1,00E+03	0,5	4.569,64
1	80	3,14	2	0,72	1,00E+03	0,5	361,73
1	80	3,14	26	0,72	1,00E+03	0,5	4.702,46
1	80	3,14	30	0,72	1,00E+03	0,5	5.425,92
1	90	3,14	14	0,72	1,00E+03	0,5	3.204,68
1	90	3,14	16	0,72	1,00E+03	0,5	3.662,50
1	90	3,14	17	0,72	1,00E+03	0,5	3.891,40
1	100	3,14	17	0,72	1,00E+03	0,5	4.804,20
1	110	3,14	17	0,72	1,00E+03	0,5	5.813,08
1	110	3,14	18	0,72	1,00E+03	0,5	6.155,03
1	110	3,14	25	0,72	1,00E+03	0,5	8.548,65
1	140	3,14	15	0,72	1,00E+03	0,5	8.308,44
1	140	3,14	26	0,72	1,00E+03	0,5	14.401,30
1920	TOTAIS						1.098.907,06

**Tabela 2** – Custo do carbono no mercado de carbono para arboreto em vias públicas na situação atual. Fonte: Rosa, 2009

Valor da tC (U\$)	Total de tC	Valor total tC (U\$)	Valor total tC (R\$)
4,50	1.098,91	4945,10	10780,3

**Tabela 3** – Custo de plantio para arboreto em vias públicas na situação atual. Fonte: Rosa, 2009

custo unitário de plantio (R\$)	total de plantio	custo total (R\$)
72,00	1920	138240,00
custo unitário de manutenção (R\$)	total de mudas	custo total (R\$)
30,60	1920	58752,00
Total geral		196992,00

**Tabela 4** – Custo de manutenção para arboreto em vias públicas na situação atual. Fonte: Rosa, 2009

Total de árvores podadas	Tipo de poda (m3)	Total de árvores para cada tipo de poda	Custo por tipo de poda (R\$)	Custo Total por tipo de poda(R\$)	Custo Total (R\$)
576	1	288	26,81	7721,28	35823,46
	2	202	59,81	12057,696	
	4	58	159,20	9169,92	
	6	29	238,70	6874,56	

A Quinta da Boa Vista obteve um valor de R\$ 21402,29 no mercado de carbono (tabela 5). O custo de plantio do arboreto (tabela 6) gira em torno de R\$ 180.781,20 (R\$108.000,00 pela iniciativa privada) e o custo de poda pode ser considerado nulo, pois trata-se de um parque e suas árvores são tratadas com árvores de floresta. A quinta possui 1762 árvores, fixando 2181,68t de carbono (tabela 7).

**Tabela 5** – Custo do carbono no mercado de carbono para arboreto na Quinta da Boa Vista na situação atual. Fonte: Rosa, 2009

Valor da tC (U\$)	Total de tC	Valor total tC (U\$)	Valor total tC (R\$)
4.50	2.181,68	9817,56	21402,28

**Tabela 6** – Custo de plantio para arboreto na Quinta da Boa Vista na situação atual. Fonte: Rosa, 2009

<b>custo unitário de plantio (R\$)</b>	<b>total de plantio</b>	<b>custo total (R\$)</b>
72,00	1762	126864,00
<b>custo unitário de manutenção (R\$)</b>	<b>total de mudas</b>	<b>custo total (R\$)</b>
30,60	1762	53917,20
<b>Total geral</b>		<b>180781,20</b>

**Tabela 7** – Cálculo do seqüestro de carbono segundo Tanikasi(2000) para arboreto na Quinta da Boa Vista na situação atual. Fonte: Rosa, 2009

Número de indivíduos	Volume total da árvore (m³)				densidade básica de lenho (Kg/m3)	Teor de carbono (50%)	Carbono Sequestrado (Kg)
	DAP (m)	PI	H (m)	FFA			
4	10	3,14	2	0,72	1,00E+03	0,5	22,61
15	10	3,14	3	0,72	1,00E+03	0,5	127,17
21	10	3,14	4	0,72	1,00E+03	0,5	237,38
1	20	3,14	17	0,72	1,00E+03	0,5	192,17
1	20	3,14	18	0,72	1,00E+03	0,5	203,47
1	20	3,14	19	0,72	1,00E+03	0,5	214,78
3	30	3,14	16	0,72	1,00E+03	0,5	1.220,83
2	30	3,14	17	0,72	1,00E+03	0,5	864,76
2	30	3,14	18	0,72	1,00E+03	0,5	915,62
...							
3	170	3,14	12	0,72	1,00E+03	0,5	29.401,70
1	170	3,14	13	0,72	1,00E+03	0,5	10.617,28
1	180	3,14	12	0,72	1,00E+03	0,5	10.987,49
1	180	3,14	13	0,72	1,00E+03	0,5	11.903,11
1	180	3,14	15	0,72	1,00E+03	0,5	13.734,36
1	200	3,14	11	0,72	1,00E+03	0,5	12.434,40
2	200	3,14	12	0,72	1,00E+03	0,5	27.129,60
1	200	3,14	13	0,72	1,00E+03	0,5	14.695,20
1	200	3,14	14	0,72	1,00E+03	0,5	15.825,60
1	200	3,14	15	0,72	1,00E+03	0,5	16.956,00
1	210	3,14	9	0,72	1,00E+03	0,5	11.216,39
1	220	3,14	14	0,72	1,00E+03	0,5	19.148,98
1	300	3,14	13	0,72	1,00E+03	0,5	33.064,20
<b>1762</b>	<b>Totais</b>						<b>2.181.681,89</b>

Conforme diagnóstico existe um projeto de arborização para Imperial São Cristóvão que proporcionará o plantio de 1762 mudas nas vias públicas. As novas árvores poderão seqüestrar 416,73t de carbono (tabela 8), resultando em um valor de mercado de R\$4.088,12 (tabela 9). Este projeto irá gerar um custo de plantio (tabela 10) de R\$ 143.229,60 (R\$85.937,76 pela iniciativa privada) e custo de manutenção (tabela 11) ao ano de R\$ 26.046,64 mais juros.

**Tabela 8** – Cálculo do seqüestro de carbono segundo Tanikasi(2000) para arboreto projetado em vias públicas. Fonte: Rosa, 2009

Número de indivíduos	Volume total da árvore (m³)				densidade básica de lenho (Kg/m3)	Teor de carbono (50%)	Carbono Sequestrado (Kg)
	DAP (m)	PI	H (m)	FFA			
242	20	3,14	10	0,72	1,00E+03	0,5	27.355,68
19	20	3,14	5	0,72	1,00E+03	0,5	1.073,88
96	35	3,14	8	0,72	1,00E+03	0,5	26.587,01
122	35	3,14	6,5	0,72	1,00E+03	0,5	27.452,47
109	35	3,14	27	0,72	1,00E+03	0,5	101.882,25
149	35	3,14	10	0,72	1,00E+03	0,5	51.581,57
10	40	3,14	11	0,72	1,00E+03	0,5	4.973,76
179	40	3,14	8	0,72	1,00E+03	0,5	64.749,31
184	40	3,14	10	0,72	1,00E+03	0,5	83.197,44
6	45	3,14	11	0,72	1,00E+03	0,5	3.776,95
177	50	3,14	25	0,72	1,00E+03	0,5	312.626,25
98	65	3,14	17	0,72	1,00E+03	0,5	198.917,90
5	70	3,14	15	0,72	1,00E+03	0,5	10.385,55
<b>1396</b>	<b>Totais</b>						<b>914.560,01</b>

**Tabela 9** – Custo do carbono no mercado de carbono para arboreto projetado em vias públicas. Fonte: Rosa, 2009

Valor da tC (U\$)	Total de tC	Valor total tC (U\$)	Valor total tC (R\$)
4,50	416,73	1875,29	4088,1213

**Tabela 10** – Custo de plantio para arboreto projetado em vias públicas. Fonte: Rosa, 2009

custo unitário de plantio (R\$)	total de plantio	custo total (R\$)
72,00	1396	100512,00
custo unitário de manutenção (R\$)	total de mudas	custo total (R\$)
30,60	1396	42717,60
<b>Total geral</b>		<b>143229,60</b>

**Tabela 11** – Custo de manutenção para arboreto projetado em vias públicas. Fonte: Rosa, 2009

Total de árvores podadas	Tipo de poda (m3)	Total de árvores para cada tipo de poda	Custo por tipo de poda (R\$)	Custo Total por tipo de poda(R\$)	Custo Total (R\$)
418,8	1	209	26,81	5614,01	26046,64
	2	147	59,81	8766,95	
	4	42	159,20	6667,3	
	6	21	238,70	4998,38	

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Observa-se que o custo de implantação e manutenção do arboreto urbano não é pago pelo seu valor no mercado de carbono, resultando, a 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.

Laera (2006) aponta as diversas formas de benefícios intangíveis das áreas verdes nas cidades, a arborização urbana é um fator decisivo para criação de zonas de amortecimento e obtenção de conforto ambiental com grande importância de qualidade de vida das populações.

Estudos realizados na cidade de Los Angeles revelam que se forem plantadas 10 milhões de árvores

em 5% da área da cidade ocorrerá um ganho direto de pico de potência evitado de 600MW, o que significa uma economia de US\$58.000.000,00/ano, e em ganhos indiretos serão 300MW e US\$35.000.000,00/ano. (Rosenfeld et al., 1997)

Quanto ao serviço ambiental de amenização climática, a arborização pode reduzir até 4°C na temperatura local, através do sombreamento (redução da incidência indireta de energia solar) e do aumento da umidade do ar, contribuindo para diminuição da ilha de calor urbana (Biondi, 1990; Lombardo, 1990; Milano e Dalcin, 2000 apud Laera, 2006). Este efeito na ilha de calor irá diminuir o número de doenças respiratórias que estão ligadas diretamente à poluição atmosférica que fica retida acima da área urbana.

Outras alternativas possíveis para valoração econômica da arborização urbana seriam a transformação dos resíduos de poda em adubo orgânico através da compostagem, a produção de placas aglomeradas para confecção de mobiliário, combustível de biomassa para geração de energia térmica ou gaseificação por pirólise para geração de energia elétrica. Estas opções precisam ser avaliadas tanto na sua perspectiva de sustentabilidade ambiental como econômica e não foram alvo do escopo deste artigo.

## **5 PROPOSTAS**

O planejamento urbano pode contemplar práticas mais eficientes na adequação climática, acústica e de conservação de energia para as cidades. O uso dessas estratégias converge para uma melhoria na qualidade ambiental urbana e conseqüente diminuição da degradação socioambiental gerada por assentamentos humanos. Foram selecionadas duas estratégias de urbanização eficiente relacionadas à arborização urbana que são passíveis de execução no bairro, voltadas para a aplicação da sustentabilidade forte. Lembrando que o mesmo já apresenta uma forte consolidação dos espaços públicos (vias, parques e praças), porém o seu potencial construtivo permitirá intervenções mais amplas. São elas:

1. Taxa de permeabilidade de 30% - O aumento da taxa de permeabilidade que trará benefícios como: obrigatoriedade do aumento de área livre no lote, permitindo uma melhor implantação da edificação; menor taxa de escoamento das chuvas e conseqüente alívio no sistema de drenagem urbana, alimentação do lençol freático; maior absorção do calor e suporte faunístico e de flora.
2. Arborização no interior dos lotes - Segundo a Lei nº 613/1984<sup>5</sup> edificações de uso residencial devem plantar uma muda de árvore a cada 150m<sup>2</sup> construído, para uso não residencial essa relação sobe para 1 muda a cada 90m<sup>2</sup> construído e no caso de edificações industriais essa relação é de 1 muda para cada 20m<sup>2</sup> construído. Aplicando-se este conceito para o setor residencial do cenário 1 seria possível plantar 16mil mudas com uma área de projeção de copa de 12m<sup>2</sup>. Estas árvores num estágio adulto, estimando espécies de 5m de altura, diâmetro de copa de 4m e DAP de 10cm, representariam um valor de 2,2 milhões de reais no mercado de carbono e seu custo de implantação seria de 1,6 milhões resultando num saldo positivo de 600 mil reais. O cenário 2 teria valores reduzidos a metade.
3. Se esta medida de plantio fosse dobrada, significando um aumento na taxa de permeabilidade de 15%<sup>6</sup>, resultaria em um benefício de 1,2 milhões de reais para o cenário 1 e 50% deste valor para o cenário 2. Além dos benefícios qualitativos de melhoria na qualidade do ar, arrefecimento da temperatura, aumento da capacidade de drenagem natural e diminuição no consumo de energia.

## **6 CONCLUSÕES**

A análise da valoração socioambiental do planejamento urbano do bairro São Cristóvão identificou: 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.



Diante de todos esses serviços socioambientais e econômicos prestados pelo arboreto urbano, reitera-se a necessidade de ampliação e adequado manejo das árvores urbanas. Para a situação específica do bairro, a FPJ verificou que a inserção de mais indivíduos do que aquele calculado pelo projeto previsto seria inviável, pois não há espaço hábil nas calçadas que garanta um ambiente adequado para as árvores e a inexistência de conflitos com a infra-estrutura urbana. Porém, a Quinta da Boa Vista, por ser um parque urbano e com isso não sofrer tanta influência da infra-estrutura da cidade, poderá abrigar mais indivíduos e promover um arrefecimento no clima local. Outra opção de plantio são os lotes particulares que deverão possuir área permeável suficiente para inserção de árvores, pois atualmente a legislação prevê o plantio em outras áreas da cidade quando o lote não possuir espaço para as mudas obrigatórias na retirada do habite-se.

## 7 NOTAS

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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, 2001)

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

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> Lei nº 613/1984 - Dispõe sobre a obrigatoriedade de plantio de mudas de árvores nas áreas de edificação e loteamento do município do Rio de Janeiro e dá outras providências.

<sup>6</sup> O PEU definiu uma taxa de permeabilidade do solo de 15% da área de lotes residenciais. A estimativa de área de plantio de árvores foi baseada nesta área permeável e para aumentar o número de árvores no interior de lotes residenciais a área permeável deveria dobrar, atingindo 30% da área total.

## 8 REFERÊNCIAS

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

LAERA, L. **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, 2006.

Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro; Instituto Pereira Passos; Fundação Parques e Jardins; MPS associados. **Plano de Integração das áreas verdes da Região Administrativa de São Cristóvão**. Rio de Janeiro, 2007.

QUEIROZ, D.;BLOOMFIELD, V.;MACHADO, C. **Diagnóstico e avaliação da arborização do bairro de São Cristóvão e Vasco da Gama -projeto piloto**. Rio de Janeiro: IPJ, 2005.

RIO DE JANEIRO. CÂMARA MUNICIPAL DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Lei nº 613 de 11 de setembro de 1984**. Rio de Janeiro: 1984.

RIO DE JANEIRO. CÂMARA MUNICIPAL DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Lei Complementar Nº 73 de 27 de julho de 2004**. Projeto de Estruturação Urbana dos bairros

componentes da VII Região administrativa - São Cristóvão/UEP 05 (São Cristóvão, Mangureira, Benfica e Vasco da Gama) Rio de Janeiro: 2004.

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

ROSA, C. **Valoração sócio-ambiental aplicada ao planejamento urbano: Análise e diretrizes de desenvolvimento para o bairro de São Cristóvão -Rio de Janeiro.** Trabalho final de Graduação. Universidade Federal Fluminense. Escola de Arquitetura e Urbanismo, 2009.

ROSENFELD, A.; ROMM, J.; AKBARI, H.; LLOYD, A. **Painting the Town White and Green.** MIT's Technology Review, 1997.

SAMPAIO, A. **Normas Urbanísticas e sua influência no processo de configuração espacial: O caso de São Cristóvão, Rio de Janeiro.** Tese de doutorado em urbanismo. PROURB, 2006.

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

TANIZAKI, K. **Impacto do uso do solo no estoque e fluxo de carbono na área de domínio da Mata Atlântica: Estudo de caso, Estado do Rio de Janeiro.** Tese de Doutorado – Departamento de Pós-graduação em Geoquímica Ambiental da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. 2000.

## **9 AGRATECIMENTOS**

Aos professores orientadores Cristina Nacif, Claude Cohen, Louise Lomardo e aos professores membros da banca de trabalho final de graduação Claudia Krause e Jorge Batista por suas valiosas contribuições no aperfeiçoamento deste trabalho.