ANÁLISE DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DA CIDADE DE CURITIBA - COLETA SELETIVA E DOMICILIAR COM ABORDAGEM NOS HORTIFRUTIGRANJEIROS

Adalberto Koodi Takeda[1], Inês J. M. Takeda[2], Alexandre Botari[3], Janaina C. Botari[4], Naiany Baldissera Macinell[5]

Abstract *— The first Brazilian experience of selective garbage collection was deployed in Niterói (RJ), in 1985. From 1988 programmes were implemented in several cities such as Porto Alegre, Belo Horizonte, Curitiba, Florianópolis and others. Studied selective collection program "Green Exchange" of the municipality of Curitiba who understood the diversion rate from landfill material, recycled material amount per person, the cost of the program to the City Hall, the cost per ton, the amount of fruit and vegetable producers and its cost to the city. The percentage of material diverted from landfill provided by this program was 0.97%, recycled material per person was 17.01 kg/inhab./month, the annual cost was R$ 24,158 hortigranjeiro .69/month, the cost per ton amounted to R$ 140,31/t, the annual quantity of fruit and vegetable producers spent was 96,634 .75 kg/month and the cost per Kg of fruit and vegetable producers was 0.25 cents.*

Index Terms — Solid waste; recycle; landfill; waste collector.

INTRODUÇÃO

A cidade de Curitiba teve como objetivo consolidar as ações e conceitos a respeito do meio ambiente, através de projetos e programas que busquem pela educação ambiental, comprometer o cidadão na construção de um ambiente saudável, que atenda as suas necessidades. Para isso, implantou no mês de dezembro de 1991 o programa "Câmbio Verde" para minimizar os principais problemas envolvendo a separação, coleta, transporte e destinação final do lixo urbano gerado na cidade.

O sistema de troca adotado consistiu em fazer com que as pessoas adotassem por hábito a separação dos resíduos, em suas próprias residências, antes de dispor para os veículos de coleta. As trocas de materiais recicláveis por alimentos, materiais escolares, brinquedos, chocolates etc., além de trazer muitos benefícios para todos os segmentos da sociedade, garante um ambiente mais limpo e saudável.

O programa "Câmbio Verde" nasceu de uma derivação do Programa "Compra do Lixo" e do Programa "Lixo que não é Lixo" e consistiu na troca de materiais recicláveis por hortigranjeiros em pontos de troca. A troca era realizada a cada 5 quilos de materiais recicláveis por 1 quilo de hortigranjeiros e o pagamento feito na ocasião da pesagem do material. O custo do quilo de hortigranjeiros para a Prefeitura Municipal foi de 0,25 centavos.

FIGURA 1



FILA PARA A ENTREGA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS DO PROGRAMA "CÂMBIO VERDE" (SISTEMA DE TROCAS)

Os pontos de troca estão localizados nos bairros, existem 63 pontos de troca exceto alguns pontos extintos, sendo beneficiadas aproximadamente 18000 pessoas mensalmente. O material recolhido nestes pontos de troca foi enviado à Unidade de Valorização de Resíduos Sólidos Recicláveis ou a depósitos credenciados para ser separado, estocado e

[1]Adalberto K.Takeda, Professor Assistente do Departamento de Tecnologia DTC da Universidade Estadual de Maringá Campus Umuarama, Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506-370 Umuarama-PR Fone/fax (44)-36219314,
[2] Inês Janete Mattozo Takeda , Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia DTC da Universidade Estadual de Maringá Campus Umuarama, Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506-370 Umuarama-PR Fone/fax (44)-36219314, abotari@uem.com.br
[3] Alexandre Botari, Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia DTC da Universidade Estadual de Maringá Campus Umuarama, Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506-370 Umuarama-PR Fone/fax (44)-36219314, abotari@uem.com.br,
[4] Janaina Conversani Botari, Professor Auxiliar do Departamento de Tecnologia DTC da Universidade Estadual de Maringá Campus Umuarama, Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506-370 Umuarama-PR Fone/fax (44)-36219314, jcbotari2@uem.com.br
[5] Naiany Baldissera Macinelli, Acadêmica da Universidade Estadual de Maringá.

DOI 10.14684/SHEWC.13.2013.413-417
© 2013 COPEC

comercializado. Para a Unidade de Valorização de Resíduos Sólidos Recicláveis, o material após a triagem é comercializado. A renda é revertida para benefícios sociais. Para os depósitos, a Prefeitura Municipal, cobrou 0,10 centavos o quilo de material reciclável e o pagamento, foi efetuado mensalmente.



FIGURA 2
UM DOS PONTOS DE TROCA DO PROGRAMA "CÂMBIO VERDE" SITUADO EM BAIRRO

O "Câmbio Verde" nos pontos de troca incentivou os moradores a separarem o lixo orgânico do inorgânico e promoveu o reforço alimentar das famílias carentes. Nas entidades assistenciais teve o objetivo de incrementar pelo menos uma alimentação no dia para as pessoas que residem ou se dirigem a essas entidades assistenciais.



FIGURA 3
HORTIGRANJEIROS DA ÉPOCA, NOS PONTOS DE TROCA DO PROGRAMA "CÂMBIO VERDE"

O Programa "Câmbio Verde" foi realizado também nas escolas municipais, com o objetivo de consolidar na criança o espírito de separar o lixo e sensibilizá-las na importância da reciclagem. Neste programa trocou-se lixo reciclável por cadernos, brinquedos, chocolates, ingressos para shows, etc...

De acordo com [1] os benefícios do programa, foi promover o escoamento da safra de produtos hortigranjeiros dos pequenos produtores de Curitiba e Região metropolitana; criar na população o hábito de separar o lixo orgânico do inorgânico; sensibilizar a comunidade para a correta destinação final dos resíduos; reforçar a alimentação da camada menos favorecida de nossa sociedade.

Os dados do programa "Câmbio Vede," foram obtidos no Departamento de Limpeza Pública de Curitiba.

O serviço foi terceirizado e executado através de um contrato com a Companhia Auxiliar de Viação e Obras (CAVO Ltda.).



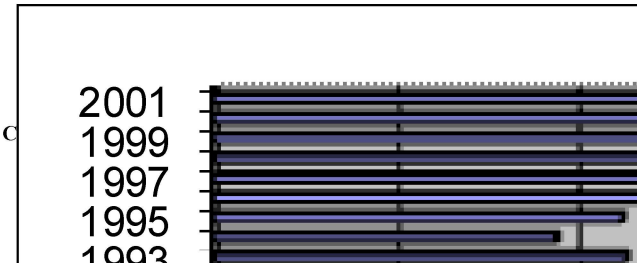
FIGURA 4
MAPA DO PLANO DE COLETA DO PROGRAMA "CÂMBIO VERDE"

De O mapa do plano de coleta compreendendo 61 pontos de troca no ano de 2001. Os pontos de troca estão localizados nos bairros: Regional Portão, Regional Bairro Novo, Regional Pinheirinho, Regional Boqueirão, Regional Cajuru, Regional Santa Felicidade e Regional Boa Vista. (62 pontos de troca porque a Vila São Paulo devido o excesso de material passa-se toda semana).obs: o mapa não é do ano de 2001, a média do material coletado adotado foi de 258,34 t/mês e a quantidade de hortigranjeiros adotado foi de 96.634,75 kg/mês.

Os atendimentos para as coletas foram executados nas quartas-feiras, quintas-feiras, sextas-feiras e sábados, quinzenalmente, de acordo com o calendário anual 2001 de tal forma que o lixo seja coletado em cada ponto de troca quinzenalmente anexo nº 7

As coletas foram feitas no período diurno. As

METODOLOGIA



© 2013 COPEC

coletas tiveram início e término em diferentes horários nos diversos pontos de troca, baseado em pesquisas anteriormente obtidas em função das quantidades. Assim os horários foram fixados da seguinte forma: pela manhã das 9:00 horas - 10:00 horas, das 10 horas – 11:00 horas; das 9:00 – 11:00 (nos pontos com maior quantidade de materiais recicláveis). À tarde os horários fixados foram: das 14:00 horas - 15:00 horas, das 15:00 – 16:00 horas e das 14:00 – 16:00 horas (nos pontos com maior quantidade de materiais recicláveis).

Para este tipo de coleta foram utilizados 06 caminhões médios ou semipesados com tacógrafo, equipados com sino, baú de duralumínio com capacidade de 35m3 Estes veículos possuíam uma abertura de carga na parte traseira, sistema de compartimentalização de carga (rede de nylon) e dotados de suporte para pá e vassoura e local para acomodação dos coletores. A idade máxima dos caminhões em uso de acordo com o contrato com a firma prestadora do serviço atendeu o requisito de utilizar veículos com o máximo de 10 anos de vida útil. Todas as segundas e terça feiras foram utilizadas para coleta extras.

O número de caminhões foi condicionado aos números de pontos de troca, sobrecarga de material nos pontos de troca e manutenção.

Uma balança rodoviária com capacidade mínima para 40 toneladas localizado no bairro Guabirotuba foi utilizada.

No programa "Câmbio Verde" utilizou-se 6 motoristas, 18 coletores e um fiscal. O contrato previa ainda 15 coletores para fazer a embalagem de hortigranjeiros no box do "Câmbio Verde" localizado no CEASA-PR.

O material utilizado constou do conjunto calça, camisa, boné, calçado, calçado com trava, capa de chuva Trevira, luva, colete refletivo e colete de identificação.

Os materiais utilizados constaram de garfos, redes de nylon, vassouras e pás.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Programa "Câmbio Verde" é um programa de coleta seletiva que incentiva os moradores a separarem o lixo orgânico do inorgânico através da troca por produtos hortigranjeiros, promovendo o reforço alimentar das famílias carentes.

O programa "Câmbio Verde" teve seu inicio em dezembro. de 1991 e até o final de 2001 coletou 31.258,82t. de materiais recicláveis, mantendo uma média de 258,34t/mês.

O Programa "Câmbio Verde" foi sendo implantado gradativamente, chegando a 63 pontos de troca. O programa teve início em dezembro de 1991. Houve aumento da coleta dos resíduos nos anos de 1992 e 1993 e um decréscimo em 1994. De 1995 a 1999 ocorreram crescimentos das coletas destes resíduos e decréscimo nos anos 2000 e 2001. No começo esses pontos eram nas regiões mais nobres da cidade. Com o passar dos anos esses pontos foram estendidos para a periferia e o conseqüente aumento na coleta desses resíduos nos pontos de troca, de 1995 a 1999. Depois sofreu um declínio devido a vários fatores.

FIGURA 5
GRÁFICO DO PROGRAMA "CÂMBIO VERDE" DE 1991 A 2001

TABELA I
QUANTIDADE DE RESÍDUOS COLETADOS DE 1991 A 2001, DO PROGRAMA "CÂMBIO VERDE"

ANOS	Quantidade em toneladas
1991	427,38
1992	1722,90
1993	2278,14
1994	1892,75
1995	2257,12
1996	2795,45
1997	3566,95
1998	4076,25
1999	4358,04
2000	4208,69
2001	3675,15
Total	31.258,82

O Programa "Câmbio Verde" foi sendo implantado gradativamente, chegando a 63 pontos de troca. O programa teve início em dezembro de 1991. Houve aumento da coleta dos resíduos nos anos de 1992 e 1993 e um decréscimo em 1994. De 1995 a 1999 ocorreram crescimentos das coletas destes resíduos e decréscimo nos anos 2000 e 2001. No começo esses pontos eram nas regiões mais nobres da cidade. Com o passar dos anos esses pontos foram estendidos para a periferia e o conseqüente aumento na coleta desses resíduos nos pontos de troca, de 1995 a 1999. Depois sofreu um declínio devido a vários fatores.

Alguns motivos podem ser apontados como a variedade de hortigranjeiros que eram empregados na troca do lixo, os procedimentos de educação ambiental talvez relegados em segundo plano e outros motivos que merecem ser pesquisados.

O sistema de troca adotado consistiu em fazer com que as pessoas adotassem por hábito, a separação dos resíduos, em suas próprias residências, antes de dispor para os veículos de coleta.

A Prefeitura Municipal de Curitiba procurou manter esses números de pontos de troca, após ter alcançado um número ideal, não ampliando para não onerar mais o Município.

De acordo com os dados obtidos calculou-se o material desviado do aterro sanitário, tendo-se por base o ano de 2001.

TABELA II
QUANTIDADE DE MATERIAL RECICLÁVEL COLETADO DO PROGRAMA "CÂMBIO VERDE" NO ANO DE 2001.

Meses	Quantidades em toneladas
Janeiro	311,78
Fevereiro	306,63
Março	414,44

Abril	264,50
Maio	328,97
Junho	308,96
Julho	295,89
Agosto	351,34
Setembro	274,66
Outubro	297,81
Novembro	268,89
Dezembro	251,28
Total	3675,15

Fonte: [4,5]

Dados:

Quantidade de material reciclável coletado no ano de 2001 = 3675,15 t.

Quantidade de resíduo domiciliar coletado no ano de 2001 = 378.981,31 t.

Taxa de desvio = $\frac{3675,15 \times 100}{378.981,31}$

Taxa de desvio em porcentagem = 0,97 %/ano.

A porcentagem de material desviado do aterro sanitário proporcionado pelo programa "Câmbio Verde" foi de 0,97 %.

TABELA III

RESUMO DA TAXA DE DESVIO DE MATERIAL RECICLÁVEL DO ATERRO SANITÁRIO DA CACHIMBA NO ANO DE 2001

Programa de coleta seletiva	Material coletado/t- 2001	Resíduo domiciliar/t - 2001	Taxa de desvio %
Lixo que não é Lixo	14 . 872,42	378. 981,31	3,92
Câmbio Verde	3 675,15	378. 981,31	0,97
Coletores	112 .145,00	378. 981,31	29,59

Fonte: [4,5]

No aspecto econômico a taxa desvio do material do aterro sanitário do programa "Lixo que não é Lixo" foi de 3,92%, que correspondeu a 14.872,42 toneladas. Do programa "Câmbio Verde foi de 0,97 %, que correspondeu a 3675,15 toneladas em relação ao lixo domiciliar no ano de 2001.

A taxa de desvio dos coletores foi de 29,59%, o qual não podemos quantificar a quantidade, pois além de coletar material reciclável do lixo domiciliar, também coletam material de empresas particulares.

Somando-se as taxas de desvio de resíduos recicláveis dos programas "Lixo que não é Lixo", "Câmbio Verde" e coletores de materiais recicláveis, no ano 2001, resultou num valor de 34,48 %. Considerando [2], a taxa máxima de desvio em peso que se pode alcançar é 35,0 %. Portanto, Curitiba, em termos de coleta seletiva está muito próximo do ideal.

O programa "Câmbio Verde" é uma derivação do programa "Compra do Lixo" e do programa "Lixo que não é Lixo". De acordo com o material coletado mensalmente no ano de 2001, pode-se calcular a participação de cada cidadão no programa "Câmbio Verde".

Dados:

Quantidade de material reciclável coletado do programa "Câmbio Verde" no ano de 2001 = 306.262,50 kg.

Número mensal de habitantes atendidos = 18.000 hab.

Quantidade de material reciclado por pessoa = $\frac{306.262.50 \text{ kg/média/mês}}{18.000 \text{ hab./mês}}$

Quantidade de material reciclado por pessoa = 17,01 kg/hab./mês.

O programa "Câmbio Verde", atendeu a 18.000 pessoas e cada pessoa coleta 17,01 kg/hab/mês e quanto ao destino ao do material reciclável coletado mensalmente do programa "Câmbio Verde", uma parte é levada aos depósitos e a outra parte é destinada à Fundação de Ação Social (FAS) onde está localizado o centro de triagem, para posterior comercialização e os rendimentos são traduzidos em benefícios sociais.

Com a quantidade de hortigranjeiros gasto mensalmente no ano de 2001, pode-se calcular o custo anual de hortigranjeiros para a Prefeitura Municipal de Curitiba.

Dados:

Quantidade anual de hortigranjeiros para a Prefeitura de Curitiba no ano de 2001=1.159.617 kg.ou 96.634,75 kg/mês.

Custo por Kg de hortigranjeiros para a Prefeitura de Curitiba = 0,25 centavos.

Cálculo do custo anual de hortigranjeiros para a Prefeitura de Curitiba no ano de 2001.

Custo anual = 1.159.617 kg x 0,25 = R$ 289.904,25 ou R$ 24.158,69/mês

A caracterização feita na usina de valorização no ano de 2000 constatou que 26,52% dos materiais coletados pelo programa "Câmbio Verde", são papel e papelão e a quantidade de material coletado de 1991 a 2001 foi de 31.258,82 t.

Baseado na caracterização 8289,84t são de papel/papelão, portanto o programa "Cambio Verde"foi feita uma economia de 497.390 pés de eucaliptos de 6 anos de idade e 296,06 hectares de reflorestamento segundo [3].

Com relação ao custo para a prefeitura municipal de Curitiba do programa "Câmbio Verde" é calculado pela média dos dias trabalhados das equipes padrão durante os dias dos meses. Uma equipe padrão corresponde a um caminhão, um motorista e três coletores.

Cálculo do custo da média mensal e por tonelada do programa "Câmbio Verde" no ano de 2001.

Média mensal da equipe padrão= 4,27

Custo por equipe padrão = R$10.063,37

Média mensal de material reciclável coletado = 306,26 t.

Custo médio mensal = 4,27 equipes x R$10.063,37 = R$ 42.970,59

Custo médio mensal em R$ por ton. = R$ 42.970,59/306,26

Custo médio mensal em R$ por ton.=R$140,31

TABELA IV

QUANTIDADE MENSAL DE HORTIGRANJEIROS DO PROGRAMA "CÂMBIO VERDE" NO ANO DE 2001, EM KG

Meses	Quantidades de hortigranjeiros em kg.
Janeiro	134.433
Fevereiro	131.524
Março	146.589
Abril	73.996
Maio	98.635
Junho	81.723
Julho	78.268
Agosto	90.963
Setembro	76.223
Outubro	84.004
Novembro	87.039
Dezembro	76.220
Total	1.159.617

TABELA V

NÚMERO DE EQUIPES PADRÃO E CÁLCULO DO CUSTO MENSAL DO PROGRAMA "CÂMBIO VERDE" NO ANO DE 2001

Mêses do ano de 2001	Nº.de equipes padrão	Nº.de coletores	Nº.de dias trabalha-dos	Média da equipe padrão/mês	Média dos coletores/ mês	Preço Unitário R$	Total R$
Jan.	92	276	25	3,68	11,04	10.063,37	37.033,20
Fev.	107	321	23	4,65	13,96	10.063,37	46.794,67
Março	120	359	27	4,44	13,30	10.063,37	44.681,36
Abril	87	261	23	3,78	11,35	10.063,37	38.039,54
Maio	119	359	26	4,58	13,81	10.063,37	46.090,23
Junho	113	338	25	4,52	13,52	10.063,37	45.486,43
Julho	110	331	26	4,23	12,73	10.063,37	42.568,05
Agosto	127	381	27	4,70	14,11	10.063,37	47.297,84
Set.	102	306	23	4,43	13,30	10.063,37	44.580,73
Out.	112	336	26	4,31	12,92	10.063,37	43.373,12
Nov.	107	321	24	4,46	13,38	10.063,37	44.882,63
Dez.	74	225	21	3,52	10,71	10.063,37	35.423,06
Média/mêses				4,27	12,84	10.063,37	42.970,59

Em termos ambientais, calculou-se a economia de árvores de eucalipto e área de reflorestamento, tendo por base o papel/papelão reciclado pelos programas "Lixo que não é Lixo", "Câmbio Verde" e coletores de material reciclável, chegou-se a economia de 12. 262 hectares e 20 602 069 árvores de eucaliptos com 6 anos de idade.

Esta tabela mostra a economia em árvores economizadas em áreas de reflorestam

Para se ter uma idéia do que estes dados significam, considerou-se que o Estado do Paraná possui 1.685.886 ha legalmente instituída como Unidades de Conservação, mas somente 485.635 efetivamente protegidos que corresponde a 2,41% da superfície do Estado e 2,89% dos ecossistemas originais [1]. Esta área corresponde a 2,52 % das áreas efetivamente protegidas ou ainda, 3,78 % da APA Estadual da Escarpa Devoniana, no Paraná.

A participação dos catadores como agentes da coleta seletiva é crucial para o abastecimento do mercado de materiais recicláveis e conseqüentemente como suporte para a industria recicladora, atuam na região central da cidade e coletam material de maior valor comercial como papel e papelão e coletam o lixo reciclável antes do caminhão Lixo que não é Lixo passar, portanto, reduzem os gastos da limpeza pública.

TABELA VI

RESUMO DA ECONOMIA EM ÁRVORES ECONOMIZADAS EM ÁREAS DE REFLORESTAMENTO PELO PROGRAMAS DE COLETA SELETIVA

Programa de coleta seletiva	Mat. Coletado	Carac. Material	Papel Papelão	Pés de eucaliptos	Áreas reflorest.
"Lixo que não é Lixo"	**130.163 t.**	**26,52 %**	**34.519,37 t.**	**2.071.162**	**1234,84 ha**
"Câmbio Verde	**31.258 t.**	**26,52 %**	**8289,84 t.**	**497.390**	**296,06 ha**
Coletores de material reciclável	**1.004.660 t.**	**30 %**	**301.398 t.**	**18.083.880**	**10.764 ha**

Fonte:[4,5].

De acordo com [1] o benefício do programa é promover o escoamento da safra de produtos hortigranjeiros dos pequenos produtores de Curitiba e Região metropolitana; criar na população o hábito de separar o lixo orgânico do inorgânico; sensibilizar a comunidade para a correta destinação final dos resíduos; reforçar a alimentação da camada menos favorecida de nossa sociedade.

CONCLUSÕES

O programa "Câmbio Verde" coletou 31.258,82 toneladas de materiais recicláveis de 1991 a 2001 mantendo uma média de 258,34 t/mês e no ano de 2001 a prefeitura teve um custo médio mensal de R$ 42.970,59 e R$ 140,31.por toneladas.

A porcentagem de material desviado do aterro sanitário proporcionado pelo programa "Câmbio Verde" foi de 0,97 %.

No ano de 2001 o programa "Câmbio Verde" coletou 2,81 % em relação ao total da coleta seletiva de Curitiba que foi de 3675,15 t. A prefeitura gastou com o programa o valor de R$ 289.904,25 ao ano ou R$ 24.158,69/mês.

REFERÊNCIAS

[1] ANJOS, G. M.; CAMPANI, D. B.; Avaliando as vantagens da coleta seletiva e reciclagem de lixo: modelos das cidades de Curitiba e de Porto Alegre. IBC International Business Communications. 1999, 17p.

[2] JARDIM, N. S. et al. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE, 1995. 278 p.

[3] NETO, J. T. P. Projeto Verde. Quanto Vale Nosso Lixo. Belo Horizonte. Gráfica Orion. 1999. 70 p.

[4] PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. Coletânea de legislação ambiental de Curitiba. Curitiba. Artes Gráfica Ed. Unificado, 1998. 420 p.

[5] PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA - SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE - DEPARTAMENTO DE LIMPEZA PÚBLICA. Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Curitiba. Curitiba. 2000. 40p.