

VALORAÇÃO

DA COLETA SELETIVA

A reciclagem é necessária e viável



Os resíduos
se transformam
em lixo,
quando dado
destino
inadequado.

Reciclar é
transformar
os resíduos
em matéria-prima
para a produção
de novos
produtos.



A certeza de um futuro melhor

O lixo é uma
riqueza pública.
Explorá-lo com
inteligência e respeito à
vida e ao meio ambiente
é dever de todos nós.

Ulisses Girardi
contato@ulissesgirardi.com.br



Editorial

06



Introdução

Considerações para a Sustentabilidade Urbana

08



Sustentabilidade Econômica

10



Proposta 1
Aterro sanitário
Manejo dos resíduos domésticos

12



Proposta 2
Manejo dos resíduos domésticos

13



Coleta seletiva para uma cidade de 100. 000 habitantes

14



Receita obtida com a coleta seletiva

16



Sustentabilidade Ecológica

18

U
C
i
r
u
i

20

Funções ambientais

- 20 Funções de regulação
- 20 Regulação do balanço local e global de energia
- 21 Regulação da composição química da atmosfera
- 21 Regulação do clima local e regional
- 22 Regulação do escoamento superficial e prevenção de enchentes
- 22 Recuperação de aquíferos e conservação de nascentes
- 23 Prevenção da erosão do solo
- 23 Fixação da energia solar e produção de biomassa
- 24 Estoque e reciclagem da matéria orgânica

- 24 Estoque e ciclagem de nutrientes
- 25 Armazenamento e reciclagem de resíduos inorgânicos
- 25 Regulação do mecanismo de controle biológico de populações.
- 25 Manutenção de habitats para a migração e procriação
- 26 Manutenção da diversidade genética
- 26 Funções de suporte
- 26 Recreação e turismo
- 27 Funções de produção
- 27 Produção de oxigênio
- 27 Produção de água
- 27 Funções de informação
- 27 Fornecendo informação científica e educacional

28

Considerações para a Valoração Ambiental



32

Sustentabilidade Social



38

Considerações para a Sustentabilidade Urbana
Considerações Finais das Alternativas



41

Contribuição



42

Solução cíclica



43

Bibliografia

Expediente
Ilustrações e Infográficos
Due Comunicação
Criação e Diagramação
Due Comunicação

Imagens
Shutterstock
Arquivos Visafértil
Due Comunicação
Realização e Publicação
Ulisses Girardi

Contato
contato@ulissesgirardi.com.br
Impressão
Gráfica Odeon
Tiragem
5.000 exemplares

© Todos os direitos reservados.
A reprodução integral ou parcial, alteração, distribuição, comercialização, pertencem ao seu criador e só podem ser utilizados com sua autorização.



Prefácio

Ulisses Girardi

Ambientalista, filósofo e empresário

Todos os dias produzimos uma grande quantidade de resíduos domésticos e damos a eles um destino incorreto, prejudicando o planeta e as pessoas.

Pensando nisso, apresento o Eco Guia: Valoração da Coleta Seletiva, que fornece subsídios para a tomada de decisões referentes ao manejo dos resíduos domésticos.

Não se trata de um estudo de caso real e sim de uma análise de simulação hipotética para uma cidade fictícia de 100 mil habitantes.

Os dados foram baseados em levantamentos e parâmetros já existentes, mas, mesmo assim, acredito que o estudo é de grande valia, porque os resultados abrangem a parte econômica, social e ecológica.

O estudo em torno do tema enriqueceu infinitamente meu conceito e visão em relação à coleta seletiva. Apoio o desenvolvimento não destrutivo, com preservação e equilíbrio socioambiental, dando um destino adequado e sustentável para os resíduos domésticos, através da coleta seletiva.

Boa leitura.

Agradecimento

Quero agradecer o apoio, a colaboração e a confiança de muitos que ajudaram a tornar este trabalho uma realidade.

Considero essencial agradecer o apoio da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) na pessoa do Prof. Luiz Antônio Correa Margarido, que se dedicou imensamente para que este estudo fosse possível.

E a todas as pessoas que de forma direta ou indireta têm me acompanhado, colaborando para o êxito, não só deste trabalho, mas de todos os outros.

Enfim, dedico esta publicação aos meus filhos Laura e Arthur.

Ulisses Girardi





Introdução

Atualmente um dos principais problemas enfrentados pelas cidades, sejam elas grandes ou pequenas, é o de dar um destino adequado para os resíduos gerados nas residências, os resíduos domésticos como são chamados. A Lei Federal nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010, instituiu uma política nacional de resíduos sólidos e determinou a meta de eliminação dos lixões até 2014 (BRASIL, 2010). Hoje já se sabe que esta meta não foi cumprida e provavelmente não será nos próximos anos. Enquanto isso, os resíduos domésticos continuam sendo descartados incorretamente em lixões a céu aberto, trazendo uma série de consequências indesejáveis.

Basicamente existem duas principais propostas para resolver tal problema: **A primeira é a construção de aterros sanitários e a segunda é a coleta seletiva, com a transformação dos resíduos domésticos orgânicos em adubos orgânicos, através de um processo de compostagem, em concomitância a coleta seletiva da fração inorgânica (papel, plástico, metais, vidros, etc.).**

Os defensores da primeira proposta se baseiam principalmente em argumentos, técnico-econômicos; já os defensores da segunda proposta se baseiam em argumentos ambientais e sociais. Entretanto, atualmente também existe, em grande

Manejo dos Resíduos Domésticos: Considerações para a Sustentabilidade Urbana

parcela da sociedade, um anseio rumo à sustentabilidade no seu sentido mais amplo. Não é mais suficiente um determinado projeto ser sustentável economicamente e não levar em consideração aspectos ambientais e sociais. Da mesma maneira, pouco adianta se preocupar somente com o meio ambiente em um projeto e ele não ser viável economicamente. Isto nem sempre torna a escolha uma tarefa fácil, já que os argumentos econômicos sempre tiveram mais força do que os demais, mas acredita-se que a transição para uma igualdade no peso das abordagens citadas já está em andamento.

Visando fornecer subsídios para a escolha da tomada de decisão a respeito do que fazer com os resíduos domésticos, foi realizada uma simulação das propostas citadas anteriormente, acrescida da implantação do plantio de um bosque de árvores nativas, no entorno do pátio de compostagem, em área igual à que seria destinada ao aterro sanitário, visando anular possíveis efeitos indesejáveis do processo de compostagem. Essa simulação está sendo proposta para uma cidade fictícia de 100.000 habitantes e seus resultados foram analisados segundo as abordagens econômicas, sociais e ecológicas. Não se trata de um estudo de caso real e sim de uma análise de situações hipotéticas com o intuito de ilustrar e verificar a viabilidade e as consequências de cada opção. Acredita-se que os resultados, apesar de se basearem em situações hipotéticas, poderão ajudar os gestores públicos a tomar a decisão mais acertada no que diz respeito ao que fazer com os resíduos gerados nas cidades. Todos os cálculos foram baseados em levantamentos e parâmetros existentes na literatura sobre o assunto.

Sustentabilidade Econômica

1. Objetivo:

Elucidar sob o ponto de vista econômico, qual das alternativas é mais vantajosa para uma determinada cidade. A análise aborda as diferenças entre a construção de um aterro sanitário ou a transformação dos resíduos orgânicos em adubo através de seu tratamento pela compostagem, juntamente com a coleta dos resíduos inorgânicos, com um bosque de árvores nativas em seu entorno contemplando um projeto de educação ambiental.

2. Metodologia:

As análises econômicas foram realizadas considerando as informações disponíveis na literatura citada em diferentes anos, visando diminuir o efeito da inflação, convertendo, os valores obtidos em R\$ para US\$ considerando a taxa de câmbio do dia 15 do mês de junho do ano de cada referência.¹

¹ Adotando-se a cotação do site <https://conversor-moedas.com/>

2.1. Hipóteses aceitas

	Número de habitantes na cidade:	100.000
	Quantidade de resíduo “per capita” gerado por dia:	1,5 Kg
	Percentual da fração orgânica do resíduo:	50%



Propostas analisadas

Proposta 1:

ATERRO SANITÁRIO

Implantação de aterro sanitário segundo as normas técnicas atuais.

Estimativas

Cálculo da área necessária para a construção do aterro sanitário para a cidade considerada

Segundo Monteiro et al. (2001), apud Biana (2007), a área do aterro sanitário pode ser calculada através da seguinte forma:

Multiplica-se a quantidade de resíduos sólidos coletada diariamente, em toneladas, pelo fator 560; este fator baseia-se em parâmetros usualmente utilizados em projetos de aterros, a saber:

vida útil	20 anos
altura do aterro	20 m
taludes de	1:3
ocupação	80% do terreno com área operacional).

Logo para a cidade aqui considerada, temos:

$$560 \times 150 \text{ ton/dia} = 84.000 \text{ m}^2$$

Custo de coleta

O custo da coleta normal para envio ao aterro sanitário foi estimado segundo BRASIL (2008), em:

$150 \text{ ton/dia} \times 365 \text{ dias/ano}$ = 54.750 ton/ano
resultando em um gasto anual de
$\text{R\$ } 3.996.750,00 \text{ ou}$ $\text{US\$ } 2.467.035,00$

Custo de implantação

A estimativa de custo da implantação do aterro sanitário, com vida útil de 20 anos foi baseada em estudo realizado pelo CITAR-FUNDACE (2012).

Nos dados obtidos em tal trabalho, o Custo Total (Custo Fixo + Custo Variável) de implantação, manutenção e fechamento de um aterro sanitário para 20 anos, em uma cidade de 500.000 habitantes sem recursos da União, somam R\$ 139,25 milhões. Extrapolando os dados para uma cidade de apenas 100.000 habitantes, temos os seguintes valores:

27,85 milhões de reais.

Dividindo-se por 20 anos

1.39 milhões de reais/ano.

Convertendo-se em dólar de junho de 2012 teríamos o valor de

US\$ 678.048,87/ ano

Custo total

Somando-se o custo de implantação do aterro sanitário mais o custo da coleta, teríamos um custo total anual de

US\$ 3.145.083,80

Proposta 2:

MANEJO DOS RESÍDUOS DOMÉSTICOS

Implantação de um sistema de coleta seletiva e compostagem de resíduos orgânicos, com o plantio de árvores nativas no entorno do pátio de compostagem, juntamente com uma campanha junto à população sobre a importância da sustentabilidade.

Estimativas

Custo de compostagem

A estimativa de custo da implantação de um pátio de compostagem, foi baseada em um estudo realizado em uma cidade em Bangladesh e citado pelo IPEA (2012).

Dados da cidade de Bangladesh, onde foi realizado o estudo

Capacidade da Planta	20 t/d
Área requerida/planta	2.210 m²
Custo Fixo/planta	US\$ 49.600,00
Custo operacional/planta/ano	US\$ 33.080,00
Mão-de-obra/planta	40 H-D

Nessa proposta, consideramos que em função do trabalho de conscientização a ser realizado pela prefeitura, cerca de 10% da população realize a sua própria compostagem nas residências e aproveite o composto orgânico obtido na produção de alimentos em hortas comunitárias.

Considerando que se 10% da população venha a aderir a essa proposta, isso representa uma diminuição de 225 toneladas de resíduos orgânicos mensais que deixariam de ser enviados para o pátio de compostagem desenvolvido pela prefeitura, economizando-se assim combustível e os outros componentes do custo de produção do composto orgânico.

Aplicando-se os dados para uma cidade que produza 67,5 t (75 t – 10%) de resíduos orgânicos/dia teríamos a necessidade de multiplicar esses dados por 3,38. Assim teríamos:

Área necessária	7469,8 m²
Por definição tem-se que	
CT = CF + CV	
(Custo Fixo mais Custo Variável).	

Extrapolando-se os dados para a cidade de referência, e considerando a vida útil para os componentes que compõem o Custo Fixo em 20 anos, temos:

Custo Total
compostagem/ano (CF/20 + CV). 3,38
=
 $\text{US\$ } 49.600,00/20 \times 3,38 + 33.080,00 \times 3,38$
=
 $\text{US\$ } 8.382,40 + \text{US\$ } 111.810,4$
=
US\$ 120.192,80

A esse valor deve-se somar o custo da coleta do material a ser compostado (Fração orgânica dos resíduos domésticos). Esse custo varia muito em função de vários fatores, como o tipo de transporte utilizado e também a maneira como esse material é transportado. Uma das sugestões realizadas no presente estudo é que a coleta seletiva do material orgânico a ser compostado, seja feita da mesma maneira que é realizada a coleta tradicional do “lixo” doméstico, exceto o recipiente que armazenará o resíduo a ser compostado, que deverá ser de plástico compostável, podendo ser adicionado aos resíduos orgânicos. Dessa forma, um dos maiores problemas operacionais de se fazer a coleta da fração orgânica, passa a ser solucionado. Estudos feitos pela Empresa Visafértil com esse plástico, mostraram a viabilidade de tal proposta. Assim, o custo da tonelada transportada poderá ser o mesmo da coleta convencional, ou seja:

$\text{R\$ } 73,00/\text{t}$ (BRASIL, 2008) ou $\text{US\$ } 45,06$.
O custo anual com a coleta desse material (24.300 t/ano) soma cerca de
US\$ 1.094.958,00 ou R\$ 1.773.900,00

Estimativa de Receita/Custo

Coleta seletiva para uma cidade de 100.000 habitantes



Custo da Coleta Seletiva

Nesse estudo, consideramos uma taxa de rejeito (materiais que não são reaproveitados) de 20%, assim essa cidade teria por dia o potencial de reciclar **60 t/dia** ou **1.800 t/mês** ou **21.600 t/ano**.

O custo da coleta seletiva depende muito da forma de operação em que ela é realizada. Estudo realizado pelo Cempre, (2006) apud BRASIL 2008, estimou que o custo da coleta seletiva pode variar de **R\$ 450,00/t** (média de 4 cidades) a **R\$ 37,00/t**, em Londrina (PR). Em outro estudo, realizado pelo mesmo órgão em 12 municípios, apud IPEA 2012, o custo médio da tonelada coletada foi de **R\$ 215,59**

Como a proposta sugerida é de se separar os resíduos (fração orgânica e reciclável) nas próprias residências, o custo da coleta seletiva poderá ser o mesmo adotado para a coleta convencional de **R\$73,00/t** ou **US\$ 45,06/t**. Logo, o gasto anual com a coleta seletiva pode ser estimado em **R\$ 1.576.800,00** ou **US\$ 973.296,00**.



Custo de triagem e processamento do material reciclável

O custo de processamento do material coletado foi estimado com base nas informações obtidas pela ITCP-FGV (2012) com a Cooperativa de Catadores - RECICLO - DF.

Essa Cooperativa apresenta uma proposta de coleta por mês de 70.939,23kg de materiais recicláveis. Nossa cidade hipotética coleta por mês cerca de **1800t** de materiais recicláveis. O custo fixo foi estimado multiplicando-se o custo fixo obtido pela cooperativa pelo coeficiente da seguinte razão: **1.800.000/70.933,23 = 25,37**

O Custo Fixo Total por mês contemplará gastos com energia, água, gás, advogado, contador e depreciação da prensa. Outros gastos, como depreciação do caminhão e despesas com motoristas, não serão considerados porque o custo da coleta no presente estudo foi estimado separadamente. O custo fixo mensal dessa cidade, conforme descrito acima resultará em:

$$\text{R\$ } 1.049,00 \times 25,37 = \text{R\$ } 26.613,13.$$

O custo variável, baseado no mesmo estudo realizado pela Reciclo, foi calculado em **R\$ 0,04 por kg**.

Assim, é possível estimar que o custo total mensal obtido com a coleta seletiva seja de **R\$ 26.613,13 + (R\$ 0,040 x 1.800.000kg) = R\$98.613,13**, resultando em um custo total anual de **R\$1.183.357,56** que, convertido em dólar, cotação de junho de 2011, resultaria em um total de **US\$ 744.250,03**.

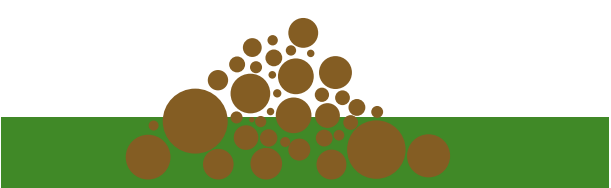


Custo de implantação de bosque de plantas nativas

Visando neutralizar qualquer efeito indesejável do pátio de compostagem, contemplamos em seu entorno, o plantio de um bosque de árvores nativas da região. Essas árvores adubadas com o próprio composto produzido, trarão uma série de efeitos positivos para a cidade em questão.

A área destinada ao plantio de árvores, é igual à área do aterro sanitário (**84.000m²**), menos a área do pátio de compostagem (**7.469,8m²**), menos ainda 10% da área para circulação interna do bosque (**8.400m²**), resultando em um total de aproximadamente **68.000m²** ou **6,8 ha**.

Segundo informações de RODRIGUES (2012), o investimento necessário para reflorestar uma área de 1 hectare na região da Mata Atlântica, é de, em média, **R\$ 10.000,00**. Sendo assim, o bosque citado custaria um total de **R\$ 68.000,00** ou aproximadamente **US\$ 33.170,00**, que também dividido por 20 anos, para coincidir com a vida útil do aterro sanitário, resultará em cerca de **US\$ 1.658,00 por ano**.



Estimativa da receita obtida com o composto orgânico.

Essa estimativa foi baseada em um experimento de compostagem com resíduos orgânicos na cidade de Socorro/SP, realizado pela empresa Visafértil. Nesse experimento, o composto orgânico obtido apresentou respectivamente, os seguintes teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio:

N	2,0%
P ₂ O ₅	1,34%
K ₂ O	1,75%

Baseado nessa análise, considerando somente esses três nutrientes e tomando por base o preço da tonelada do Sulfato de Amônia como fonte de nitrogênio (**R\$ 850,00/ton**), do Superfosfato Simples como fonte de fósforo (**R\$ 900,00/ton**), e do Cloreto de Potássio como fonte de potássio (**R\$ 1220,00/ton**), e considerando-se ainda que o teor de umidade do composto seja de **50%**, teríamos que uma tonelada de composto orgânico vale **R\$ 90,44/ton**.

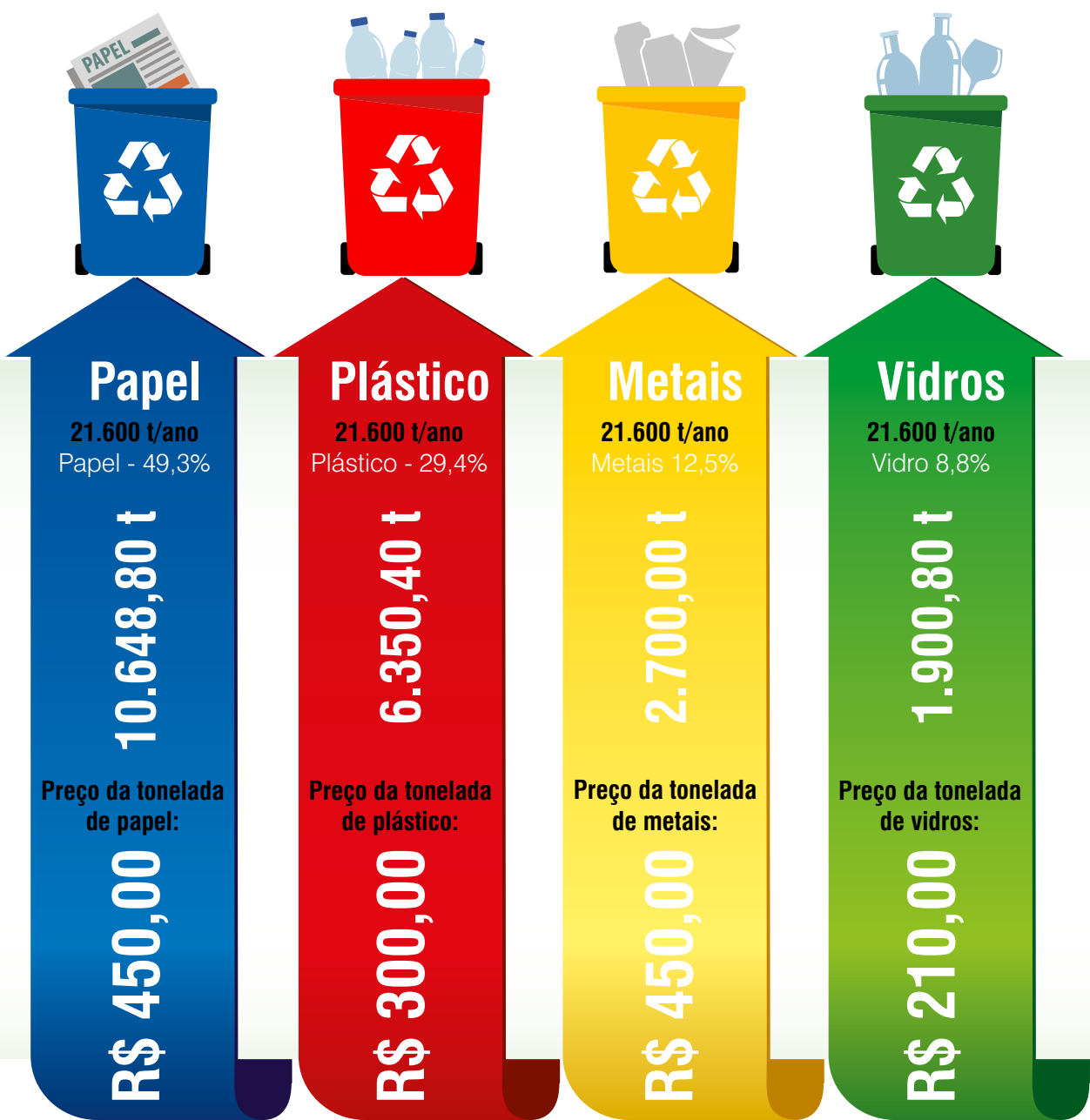
Se considerarmos a produção anual de **8.212,50 toneladas (67,5t x 365/3)**, a Receita Bruta obtida com o composto, resultaria em um total de **R\$ 742.738,5** ou **US\$ 220.397,18**.

Deve ser lembrado que o composto orgânico, além de conter Nitrogênio, Fósforo e Potássio, aqui considerados, possui também os outros macro e micronutrientes e ainda uma fração de matéria orgânica, que pode gerar uma série de benefícios ao solo.

Receita obtida com a coleta seletiva

Segundo o IPEA 2012, a estimativa de recuperação do material reciclável em 2008 no Brasil, seguiu a seguinte proporção (em peso)

Aplicando-se esses valores às 21.600 t/ano na cidade hipotética temos os seguintes valores, utilizando dados obtidos no site www.mfrural.com, acessado em dezembro de 2016.



Sendo assim, teríamos uma Receita Anual de:

R\$ 8.311.248,00 ou US\$ 2.077.812,00.

Resumo da proposta 2

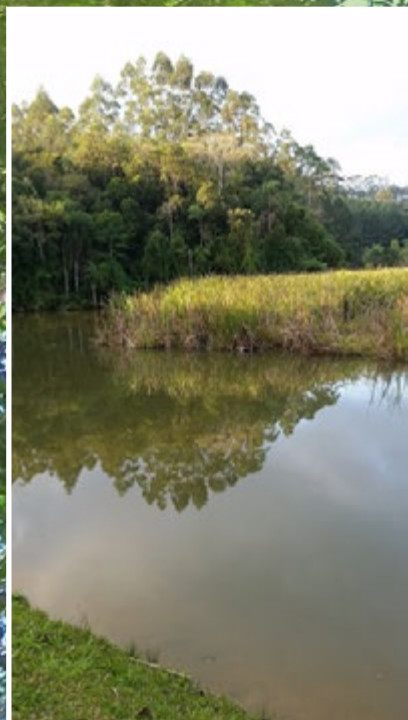


Sustentabilidade Ecológica

Introdução

A sustentabilidade ecológica, foi estimada através da análise das funções ambientais exercidas pelos ecossistemas, segundo a metodologia descrita no livro Functions of Nature, GROOT (1992). Nessa análise, os benefícios proporcionados pelos ecossistemas estão relacionados ao conceito de “funções ambientais”, isto é, à capacidade dos mesmos, fornecerem “bens e serviços” que satisfaçam, direta ou indiretamente, às necessidades humanas. Nessa metodologia, o autor descreve 37 funções que são na verdade, serviços ambientais que os ecossistemas desenvolvem gratuitamente para o ser humano.

Essas 37 funções são classificadas em 4 grandes grupos: Funções de Regulação, de Suporte, de Produção e de Informação.



Objetivo

Realizar uma análise pela abordagem ecológica, das consequências advindas das seguintes propostas:



Proposta 1

Implantação do aterro sanitário.



Proposta 2

Implantação de um sistema de coleta seletiva e de compostagem, com construção de um bosque no entorno.

Analisando as propostas acima citadas, algumas funções ambientais poderiam ocorrer e outras seriam amplamente prejudicadas.

Funções ambientais

Funções de regulação

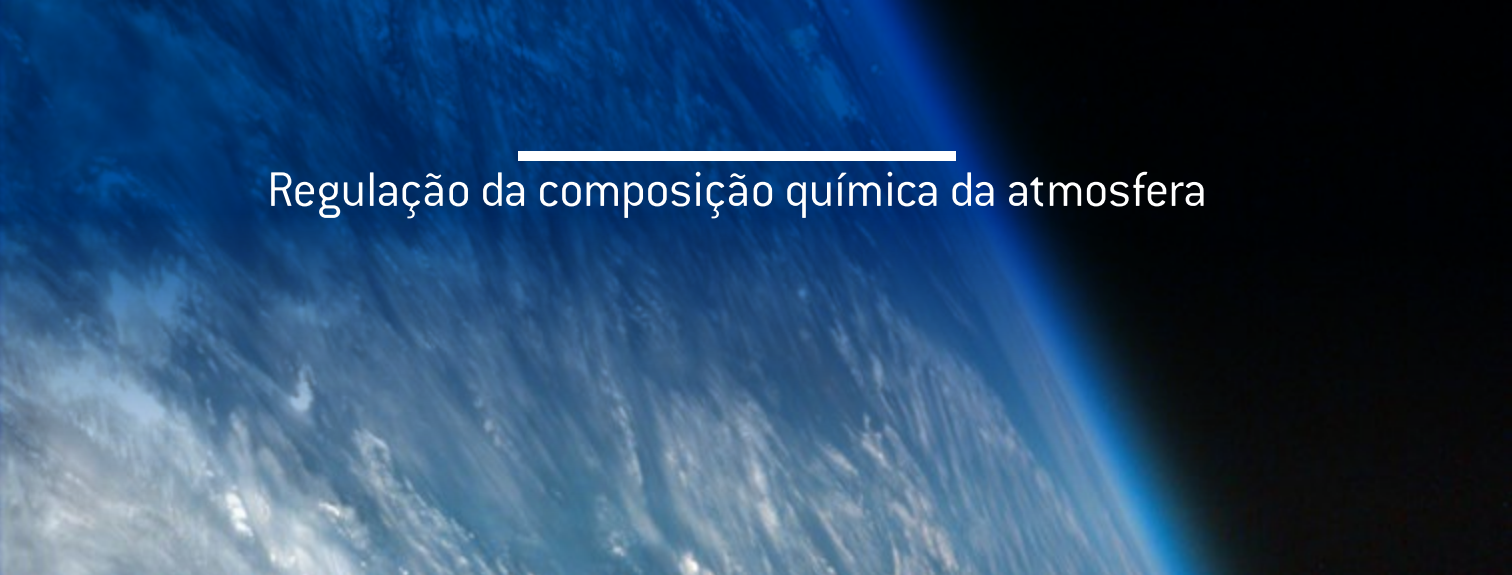
São aquelas relacionadas à capacidade dos ecossistemas naturais ou seminaturais em regular os processos ecológicos essenciais de suporte à vida, contribuindo para a manutenção da saúde ambiental, pelo fornecimento de ar, água e solos não poluídos.



Regulação do balanço local e global de energia

Essa função diz respeito à absorção de energia em função da cobertura do solo. Logicamente, com o plantio de um bosque, contemplado pela proposta 2, mantendo o solo com cobertura vegetal através da presença de árvores, a absorção de energia local seria atenuada exercendo uma influência positiva no entorno. Acontece o contrário com a proposta 1 (construção do aterro sanitário), devido à maior absorção de energia pela terra exposta e sem cobertura.

Regulação da composição química da atmosfera



A mistura certa de gases na atmosfera é essencial para a maior parte de organismos vivos. Essa função, no caso analisado, diz respeito principalmente ao balanço positivo CO_2/O_2 , principalmente pela presença de árvores no bosque. Também existe a preocupação do aumento da concentração de gases que causam o efeito estufa. Especialistas afirmam que a maneira mais eficiente de se diminuir o efeito estufa ainda é através do plantio de árvores, visto que essas sequestram o carbono em sua biomassa. O plantio de árvores no bosque, contemplado pela proposta 2, trará efeitos positivos nessa função, e afetará de maneira positiva praticamente todo o município. Já pela proposta 1, ocorrerá o contrário principalmente pela emissão de metano que poderá ser emitido no aterro sanitário, que é um gás altamente prejudicial à atmosfera no que diz respeito ao efeito estufa. Outra questão a ser considerada, é que o uso de fertilizantes orgânicos na agricultura, produzidos pela proposta 2, irá ajudar na diminuição do carbono da atmosfera, uma vez que o teor de carbono no solo aumenta em decorrência do uso de fertilizantes orgânicos, principalmente se esse uso for constante e com um manejo de solo adequado.

Regulação do clima local e regional

Diferentes tipos de cobertura de solo causam diferentes efeitos nas condições climáticas. A presença de árvores, pela proposta 2, influenciará positivamente para a diminuição da temperatura, além de aumentar a umidade relativa do ar. Já pela proposta 1, a construção do aterro sanitário iria aumentar a temperatura de uma forma geral, principalmente pelo albedo do solo (capacidade de reflexão da radiação do solo de uma determinada superfície).



Regulação do escoamento superficial e prevenção de enchentes



Dependendo do balanço entre precipitação e evapotranspiração, uma grande quantidade de água pode escoar na superfície do solo ou ser absorvida por ele. Pela proposta 2, com a implantação do bosque, a absorção da água pelo solo e pelas árvores será facilitada. Já pela proposta 1, além do solo ser compactado, a presença de materiais impermeáveis prejudicará a absorção da água pelo solo. E, assim sendo, o uso de composto orgânico melhorará as propriedades físicas, químicas e biológicas, absorvendo toda a água e aumentando a produção agrícola.

Recarregamento de aquíferos e conservação de nascentes

Esta função ocorre de maneira análoga que a anterior, ou seja, a presença de árvores e o aumento do teor de matéria orgânica no solo facilita a absorção de água. Assim, pela proposta 2 essa função será incrementada e a não absorção de água ocorrerá com a implantação do aterro sanitário pela proposta 1.



Prevenção da erosão do solo



A presença de árvores atua no controle da erosão do solo, de duas maneiras: a primeira é a diminuição do impacto da água no solo através das árvores; o segundo seria o aumento do teor de matéria orgânica, um fator importante na conservação do solo. Logicamente que um solo exposto é muito mais susceptível à erosão. Nesta função ainda pode ser considerado o efeito positivo do composto orgânico produzido nas áreas onde ele for utilizado.

Fixação da energia solar e produção de biomassa



Somente as plantas que realizam fotossíntese e também algumas bactérias são capazes de transformar a energia solar em energia química. Pela proposta 2, com a implantação do bosque, haverá uma grande produção de biomassa benéfica para toda uma cadeia alimentar. Já a área do aterro seria desprovida dessa função.

Estoque e reciclagem da matéria orgânica



A matéria orgânica é o elemento básico da vida sendo continuamente reciclada e armazenada. A presença de árvores possui um papel vital nesse processo. O bosque implantado pela proposta 2 irá desenvolver essa função em sua plenitude. O próprio processo de compostagem, consiste em sua essência na reciclagem da matéria orgânica. Já pela proposta 1, não haverá a possibilidade de desenvolver a reciclagem realizando somente a função de estoque e sem possibilidade de reaproveitamento.

Estoque e ciclagem de nutrientes



A vida na terra depende da contínua reciclagem de cerca de 30 a 40 elementos químicos. Alguns desses elementos são chamados de nutrientes pela sua importância. Ao se fazer a compostagem, esta função é exercida em sua plenitude. Além disso, a presença de árvores no bosque implantado pela proposta 2, permite que se reciclem continuamente os nutrientes do solo e até do subsolo, devido ao comprimento do sistema radicular de determinadas árvores. Pela proposta 1, não se vislumbra a possibilidade de ciclagem de nutrientes na área do aterro sanitário.

Armazenamento e reciclagem de resíduos inorgânicos

Apenas a função de armazenamento de resíduos humanos pode ser desenvolvida pelo aterro sanitário. Já a reciclagem é realizada pelo sistema de coleta seletiva contemplada pela proposta 2.



Regulação do mecanismo de controle biológico de populações

Esta função, diz respeito principalmente à ação de certos organismos que agem no sentido de manter em equilíbrio outros organismos que são considerados pragas pelo homem. Também faz parte dessa função, o serviço de polinização realizado principalmente por insetos. Pela proposta 2 a presença de um bosque de plantas nativas servirá como estação de refúgio para determinados insetos, pássaros e mamíferos que contribuiriam de maneira significativa para o desenvolvimento da função citada. O próprio uso do composto orgânico na agricultura em

substituição aos adubos químicos, também contribuem com essa função. Alguns estudos mostram que os insetos fazem um serviço ambiental da mais alta importância na agricultura, sendo responsáveis por grande parte da polinização de diversas plantas.

Se considerarmos que nas duas cidades existem plantios de espécies que precisam ser polinizadas por insetos, poderemos supor que essas plantações serão de certa forma beneficiadas. Já pela proposta 1 esta função não existirá na área do aterro sanitário.



Manutenção de habitats para a migração e procriação



Muitas espécies mostram um comportamento migratório e têm diferentes habitats para se alimentar e procriar. Um bosque de árvores nativas, com certeza exerceria essa função, o que não ocorre com o aterro sanitário, que beneficia a procriação de roedores, moscas e outras espécies indesejáveis para a população.

Manutenção da diversidade genética

Fornecendo espaço para plantas e animais, os ecossistemas naturais são essenciais para a manutenção da diversidade genética. O bosque implantado pela proposta 2 poderá funcionar com uma estação de refúgio de determinadas espécies que não encontram condições de sobreviver nas cidades.



Funções de suporte

Os ecossistemas naturais ou seminaturais fornecem espaço e substratos adequados para muitas atividades humanas, tais como: habitação, cultivo, recreação e conservação.

Recreação e turismo

Um bosque como o implantado pela proposta 2, pode ser utilizado como área de lazer, descanso e turismo. Ultimamente, cada vez mais a população sente falta de áreas naturais nas suas cidades. Não se imagina essa função em um aterro sanitário.



Funções de produção

Capacidade do ambiente em fornecer recursos, desde alimentos e matéria-prima para o uso industrial, além de recursos energéticos e material genético.



Produção de Oxigênio

Um bosque como o implantado pela proposta 2 terá a possibilidade de aumentar a oferta de oxigênio, pela função do processo da fotossíntese desenvolvido pelas árvores plantadas.



Produção de água

É conhecido o efeito positivo da presença de árvores para a conservação de olhos d' água e nascentes, logo a proposta 2 poderá exercer um efeito positivo nessa função, ocorrendo o contrário na proposta 1, que pode inclusive contaminar os recursos hídricos.



Funções de informação

Capacidade do ambiente em contribuir para a manutenção da saúde mental, pelo fornecimento de oportunidades para reflexão, enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, estética, etc..



Fornecendo informação científica e educacional

O bosque de espécies nativas, da proposta 2, pode servir para uma implantação de uma unidade de educação ambiental, fornecer informações para estudantes e também para a população em geral da cidade, no que diz respeito à sustentabilidade, não se vislumbrando essa possibilidade para a proposta 1 do aterro sanitário.



Considerações para a Valoração Ambiental

Introdução

A principal importância de realizar uma valoração ambiental é a de lembrar que os serviços fornecidos pelo ambiente possuem valor, embora eles não tenham um preço no mercado convencional. Outro ponto é que os argumentos quantitativos têm mais força nas tomadas de decisões do que argumentos considerados muitas vezes subjetivos. Assim a valoração é importante para se obter uma exploração mais racional dos recursos naturais.

Metodologia

Existem várias técnicas para se realizar uma valoração ambiental. Considerando a proposta de implantação de um aterro sanitário ou de um pátio de compostagem, uma das técnicas que poderá ser usada é a chamada Produção Sacrificada.

Segundo WINPENING (1993), a técnica da produção sacrificada pode ser aplicada onde existe mercado para os bens ou serviços envolvidos, e o impacto ambiental de uma ação pode ser representado pelo valor dos bens afetados.



Hipóteses aceitas

Número de habitantes na cidade: 100.000

Quantidade de resíduo per capita gerado por dia: 1,5kg

A instalação do aterro sanitário ou de um bosque de plantas nativas

Área do aterro: 84.000m²

Resultados

A área ocupada com o aterro sanitário pode ser representada abaixo:

ATERRO



Provavelmente, ocorra efeito contrário com a implantação do pátio de compostagem e do bosque de plantas nativas:

Na área do entorno do pátio de compostagem mais a área de implantação do bosque de plantas nativas, cerca de 131 lotes de 10m de frente por 30 de comprimento, já descontados os mesmos 30% destinados às construções de ruas, seriam afetados de maneira positiva, conforme a figura abaixo:

Considerando-se um preço médio de um lote de **R\$ 50.000,00** e uma valorização de **10%** em cada lote, o município poderá ter o acréscimo de

R\$ 655.000,00

na venda desses lotes.

PÁTIO DE COMPOSTAGEM



Se considerarmos que a construção do aterro sanitário só poderá acontecer a uma distância de 2.000m a partir do perímetro de áreas urbanizadas, CETESB, 1997, apud LINO (2007), teremos importante área indisponível para a construção de casas. Vejamos:

Na área de **19.844.000m² (4.840m X 4.100m.)**, descontando-se a área gasta no aterro **84.000m² (Aterro) = 19.760.000m²**. Considerando-se **30%** para a construção de ruas (**5.928.000m²**) sobriariam **13. 832.000m²** possibilitando a formação de **44.106 lotes de 300m²**. Considerando-se o valor de cada lote em **R\$ 50.000,00** o município deixaria de arrecadar **R\$ 2.305.300.000,00** na venda desses lotes.



Sustentabilidade Social

Introdução

A Sustentabilidade social na implantação de um sistema de compostagem ao invés de implantar um aterro sanitário na cidade, pode ser estimada pelo potencial da transformação do “lixo” doméstico em composto orgânico. Para que isso ocorra, quatro questões básicas devem ser discutidas junto à população dessa cidade:

Você moraria perto de um aterro sanitário?

Você moraria perto de um bosque de árvores nativas mesmo que em seu interior funcionasse uma usina de composto orgânico?

Você concordaria em mudar seus hábitos, no que diz respeito a fazer uma rigorosa coleta seletiva dos resíduos domésticos em sua casa, para evitar a construção de um aterro sanitário em sua cidade?

Você prefere a implantação de um aterro sanitário ou que se desenvolva um projeto de compostagem e de coleta seletiva?



Se a maioria da população concordar em mudar seus hábitos em relação aos resíduos gerados nas residências, a proposta da implantação da compostagem e coleta seletiva poderá ser realizada com sucesso. No entanto, sabe-se que para que a coleta seletiva ocorra de maneira eficiente é preciso que toda a população esteja consciente das vantagens que ela realmente proporciona. Para isso a prefeitura deve executar diariamente uma campanha de educação ambiental com palestras nas escolas e afixar outdoors nas ruas, ou seja, esse trabalho de conscientização é permanente e considerado essencial para o sucesso do projeto. Acredita-se que o cuidado com os resíduos gerados seja apenas o começo de um estilo de vida mais sustentável para toda a cidade e possa servir como base para um grande projeto de educação ambiental.

É esperado que em função dessa campanha, muitos moradores irão realizar a compostagem em suas próprias residências e o composto obtido ser utilizado para a produção de hortas caseiras ou comunitárias, desenvolvidas em terrenos indicados pela

prefeitura, possibilitando assim a participação dos moradores na produção de alimentos de boa qualidade e ao mesmo tempo ajudando na solução de problemas ambientais. A isso pode se chamar agricultura urbana. Entende-se por agricultura urbana a produção de alimentos, realizada nas áreas consideradas urbanas ou ainda nas periferias das cidades. Geralmente essas áreas são terrenos pertencentes à prefeitura e poderão ser utilizados principalmente na produção de hortaliças.

Essa iniciativa tem como objetivo o fornecimento de alimentos saudáveis e a ocupação de áreas que podem estar ociosas. Nos últimos anos houve um incentivo governamental para a implantação dessas áreas e a produção de composto orgânico por parte da população; sem dúvida, poderia ser um fator preponderante ao sucesso de tais iniciativas.

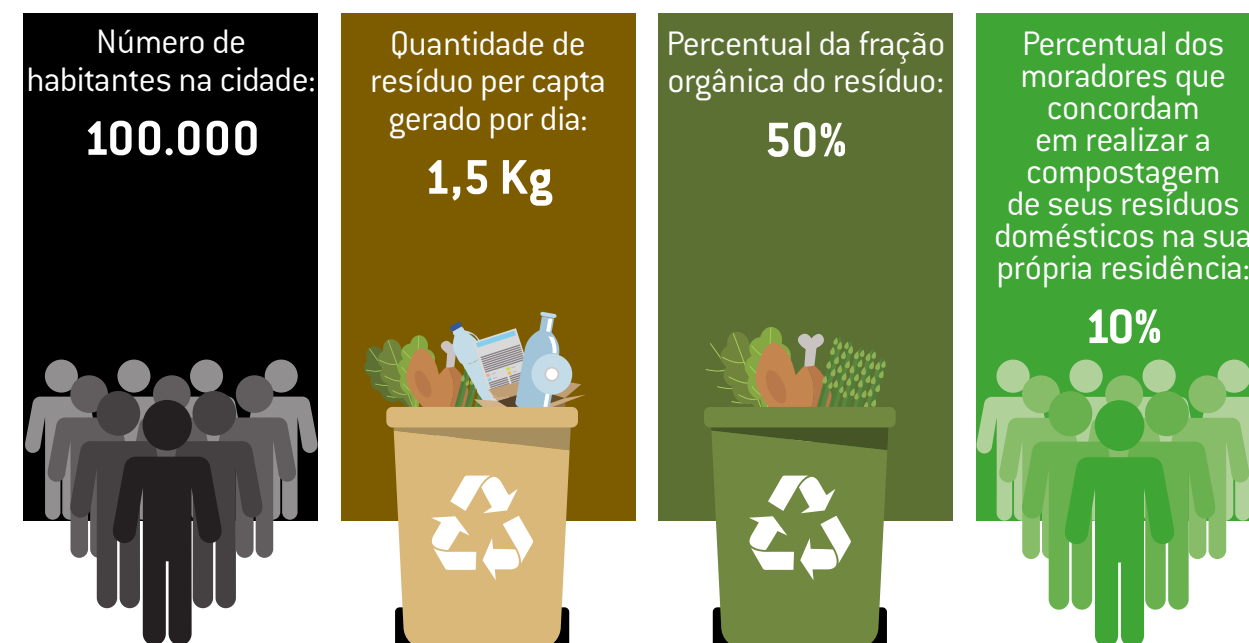
Os moradores de uma determinada região podem produzir o composto orgânico em suas residências e posteriormente trocá-lo por alimento nesses locais.

No comércio, já existem

vários tipos de composteiras caseiras de comprovada eficiência, artefatos que poderiam ser adotados pelas famílias que tiverem interesse, ou ainda, por ser um processo relativamente simples. Qualquer família que possua um pequeno quintal, (estima-se que uma área de terra de aproximadamente 10m² seja suficiente) poderia de forma eficiente, fazer a sua própria composteira. É importante destacar que ao contrário do que muita gente pensa, um composto orgânico bem conduzido não emite cheiro e nem atrai insetos. Logicamente, como se pretende que o composto produzido seja utilizado como adubo na produção de alimentos, alguns cuidados adicionais devem ser tomados, e a prefeitura dará todo suporte técnico para os moradores que optarem por exercer essa atividade.

A prefeitura também poderá possibilitar um desconto no IPTU das casas (IPTU-Ecológico) para quem optar por essa prática. Deve ser salientado que não se trata de um subsídio dado pela prefeitura, mas sim um investimento que possibilitará uma economia nos tratamentos dos resíduos domésticos.

Hipóteses aceitas



Resultados

Estimativa da quantidade de composto produzido por 10% da população e quantidade de alimentos produzidos

Considerando-se os dados de nossa cidade hipotética, e se apenas 10% dos resíduos produzidos fossem compostados nas próprias residências, teríamos um total de aproximadamente 225 toneladas de resíduos orgânicos gerados mensalmente.

Considerando-se que apenas 1/3 desse total (2/3 da matéria orgânica é gasta no processo de compostagem e volta como gás carbônico para atmosfera), poderá ser efetivamente transformado em composto orgânico, teríamos a produção de aproximadamente

75 toneladas de composto orgânico mensais.



Cálculo das áreas de hortas urbanas possíveis de serem implantadas em Vila Verde.

A quantidade de composto utilizado por hectare na produção de hortaliças depende de uma série de fatores, como por exemplo: a composição química do composto, tipo de solo onde a horta será implantada e ainda o tipo de culturas que serão cultivadas, mas pode-se estimar que 20 toneladas por hectare em média, sejam suficientes para suprir a necessidade nutricional das principais hortaliças. Se houver necessidade de algum nutriente específico, esse poderá ser complementado através de uma adubação foliar, o que poderá ser elaborado com o próprio composto orgânico enriquecido com alguns micronutrientes, prática amplamente adotada na agricultura orgânica.

Para facilitar o cálculo, será considerado que nessas hortas sejam plantadas iguais áreas das culturas de tomate, alface, beterraba e cenoura, com os respectivos rendimentos em toneladas por ha e ciclo em dia: 50t e ciclo de 120 dias, 20t e 70 dias, 23t e 70 dias e 30t e ciclo de 120 dias respectivamente). Dividindo-se as 20 toneladas de composto/ha pelos dias do ciclo de cada cultura, e multiplicando por 30,

teríamos o consumo médio mensal de composto/cultura/ha. Se fizermos isso para todas as culturas e dividirmos por 4, teríamos o consumo médio de 6.785kg/mês/ha de composto. Dividindo-se as 75 toneladas de composto produzido mensalmente pelo consumo médio mensal do composto/ha, teríamos o total da área possível de ser adubada com essa quantidade de composto, ou seja,

**11ha de hortas,
(75 t por mês/6.785t/ha/mês).**

Cálculo da quantidade de alimentos produzidos com o composto orgânico produzido pelos 10 % dos habitantes da cidade.

Os 11ha de hortas poderiam ser divididos em 50 locais na cidade em áreas de aproximadamente 2.200m². Conforme já mencionado, esses locais seriam indicados estrategicamente pela prefeitura. Considerando-se que as culturas escolhidas sejam plantadas em área iguais e considerando os dados de produtividade e o ciclo de cada cultura já citados anteriormente, teríamos uma produtividade média mensal de **9.602,02kg/ha ou aproximadamente 9,6 toneladas** mensais de alimentos produzidos por ha.

Considerando esse rendimento médio, no total dos 11ha considerados, poderiam produzir aproximadamente 105,6 toneladas mensais de alimentos que poderiam ser distribuídos para os mesmos 10% da população, (10.000 habitantes), que aderiram ao projeto de fazer o composto em suas residências, o que daria um total de 10,56kg de alimentos distribuídos mensalmente para cada habitante, ou 2,64kg/semana/habitante, o que sem dúvida seria uma excelente fonte de alimento,

principalmente para as famílias de renda mais baixa.

Do ponto de vista social também deve ser destacado que os custos de geração de um posto de trabalho em cooperativas de catadores de materiais descartáveis são os mais baixos, segundo estudo realizado pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (2006). Isto significa, segundo o estudo, que é o ramo de atividade que possui o maior potencial para se gerar trabalho e realizar inclusão social a custos relativamente baixos.



Considerações para a Sustentabilidade Urbana

Considerações Finais das Alternativas Consideradas



**Custo total
de aterro sanitário**
US\$ 3.145.083,80

38



**Custo compostagem
mais coleta seletiva**
US\$ 2.934.354,80
**Venda do composto orgânico
e dos materiais recicláveis**
US\$ 2.298.209,18
Custo Total
US\$ 636.145,62

39

Quando se realiza uma análise econômica das alternativas para as condições consideradas, percebe-se que a proposta 2 (compostagem mais coleta seletiva), apresenta um custo anual (US\$ 2.932.638,83), próximo da proposta 1, de aterro sanitário (US\$ 3.111.382,10), no entanto como ela gera receita com a venda do composto orgânico e dos materiais recicláveis (US\$ 2.298.209,18), ela sai por US\$ 634.429,65 ao ano, bem mais vantajosa do que a proposta 1.

Uma crítica que pode ser feita nos resultados apresentados acima, é que os custos da compostagem foram estimados considerando-se um exemplo de Bangladesh, onde se tem consciência que os salários possam ser menores. Se adotarmos o custo médio da tonelada compostada, da Europa, citado em ACR (2005) em E32,5 e considerando-se que 1 Euro = US\$ 0,95 (Junho/2000), um custo da tonelada compostada de US\$ 30,40 e refazendo-se os cálculos com essa nova referência teríamos um Custo total da compostagem de 24.637,5 t x 30,40/t = US\$ 748.980,00

que somado aos outros custos da proposta 2, daria um total de US\$ 3.563.142,03. Descontando-se a receita obtida com a proposta 2 teríamos um custo de US\$ 1.264.932,82 ainda bem menor do que a proposta 1 (US\$ 3.111.382,10) por ano.

A proposta 2 se mostra também superior quando se consideram as questões ecológicas. Das trinta e sete funções ambientais citadas pela metodologia, a proposta 2 contempla 17, enquanto que a proposta 1 contempla somente duas.

Se levarmos em consideração o potencial de se produzir alimentos com o composto gerado pelos resíduos, podemos extrapolar os dados, considerando-se que o total de composto orgânico obtido seja utilizado para produzir alimentos. Assim, poderíamos produzir cerca de 1056 toneladas mensais de alimentos, resultando nos mesmos 2,64 Kg/semana por habitante ou 377 g por dia. O enorme potencial desse sistema pode ser verificado como fonte de alimentos para a população, ou seja, somente com o reaproveitamento

do resíduo orgânico doméstico poderia ser atendida a recomendação da OMS que prevê um consumo diário de cerca de 400g de legumes e frutas.

Este consumo de legumes e frutas defendido pela OMS traz também uma previsão na redução de várias doenças, o que mostra claramente uma justificativa para que haja uma infraestrutura necessária permitindo essa produção de alimentos, um processo a ser encarado como um investimento na saúde e não um custo de saneamento.

Em síntese, para os dados considerados, a proposta de coleta seletiva mais a compostagem junto com a formação de um bosque de árvores nativas no entorno do pátio de compostagem, se mostra superior sob todas as abordagens aqui consideradas. No entanto, é mister ressaltar que para isso é preciso haver uma conscientização por parte da população, juntamente com a vontade política por parte dos gestores em prol da sustentabilidade em seu sentido mais amplo.

Não existe um planeta alternativo. Mais uma razão para fazer a coleta seletiva.

Contribuição

Destino Nobre e Sustentável para os Resíduos Orgânicos Domésticos

Aproveitando o Eco Guia: Valoração da Coleta Seletiva, gostaria de deixar minha contribuição referente à compostagem dos resíduos domésticos.

Não há a menor dúvida de que o “lixo” urbano doméstico é um problema mundial.

Dar uma destinação adequada e sustentável é dever das autoridades federais, estaduais e municipais e da população, pois o destino inadequado coloca em risco a saúde da população e do meio ambiente.

Como ambientalista, profissional na área de transformação de resíduos e com a minha experiência ao longo dos anos, faço algumas considerações sobre o assunto: percebo que “lixo” não existe, o que existe são resíduos mal aproveitados.

Dentro deste contexto gostaria de apontar uma solução adequada, definitiva e sustentável para o resíduo orgânico doméstico: a compostagem.

Compostagem nada mais é que transformar a matéria orgânica em adubo orgânico de qualidade. Hoje, existem técnicas inovadoras que transformam os resíduos orgânicos em um produto rico em substâncias húmicas (a fração orgânica mais estabilizada que constitui a reserva orgânica do solo) e nutrientes, que recuperam solos degradados, melhoram suas estruturas físicas, químicas e biológicas e fornecem nutrientes para as plantas, aumentando a produtivi-

dade e a oferta de alimentos, diminuindo a pressão sobre o desmatamento.

Dar outro destino ao resíduo orgânico doméstico e não transformá-lo em fertilizante, é um retrocesso da agenda socioambiental nacional. Se existe uma solução sustentável, adequada e definitiva, por que não a colocar em prática? A quem interessa que o “lixo” continue sendo “lixo”? Por que não fazer o que deve ser feito?

São inúmeros os benefícios da compostagem, mas é preciso vontade política para pôr em prática a coleta seletiva do resíduo doméstico, operação a ser executada com mão-de-obra de catadores e executada através de cooperativas. Essa prática é limpa e gera centenas de empregos dentro da formalidade, podendo melhorar a vida das famílias mais carentes.

Imagine se todos os resíduos orgânicos domésticos fossem

compostados, poderiam ser criadas inúmeras usinas, as quais, além dos benefícios do fertilizante orgânico, criariam também centenas de empregos diretos e indiretos.

É um absurdo pensar que no Brasil estamos procurando alternativas para o destino do resíduo orgânico doméstico. A compostagem é a solução adequada sustentável e definitiva, com inúmeras vantagens econômicas, ambientais e sociais.

Se nada for feito, não é por falta de tecnologia ou conhecimento, mas por falta de vontade política ou outros interesses.

No século XVII Antoine Laurent de Lavoisier dizia: “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”

Ulisses Girardi

Adubo orgânico proveniente de resíduos orgânicos domésticos.



Solução cíclica

para os resíduos orgânicos domésticos



Precisamos transformar nossas mentes para que os resíduos que produzimos não sejam vistos como “lixo”, mas sim, como matéria-prima para a produção de novos produtos.

Ulisses Girardi



Bibliografia

BIANA, S.M.S. **Seleção de áreas para implantação de aterros sanitários no município de Campina Grande-PB**. Dissertação de mestrado. PRODEMA. 2007.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **Análise do custo de geração de postos de trabalho**. 2006.

CITAR-FUNDACE. **Viabilidade econômica da construção e implementação de aterros sanitários: Vantagens de modelos com consórcios municipais, subsídios federais e operação pública ou privada**, 2012.

Girardi Ulisses: **Usinas de Incineração do Lixo Urbano**. O Brasil na Contramão da Sustentabilidade. Revista Floresta Brasil Amazônia. Edição 03 - 2012

Girardi Ulisses: **Compostagem - Destino Nobre e Sustentável dos Resíduos Orgânicos Domésticos**. Jornal do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Ano XIV - 2017

Girardi Ulisses: **Visafértil Inova com Tecnologia e Sustentabilidade em Benefício da Agricultura**. Revista Hoje - Edição 107 / dez. 2016 (CIESP)

GROOT, R. S. **Functions of Nature. Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making**. Holand. Wolters-Noordhoff. 1992.

IPEA- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos. Relatório de Pesquisa**. Brasília 2012.82p.

ITCP-FGV. **Plano de Negócios Inclusivos: Cooperativa de Catadores, Reciclo-DF**. Brasília.2012

Lei Nº 12305/2010 - “Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.” - Data da legislação: 02/08/2010 - Publicação DOU, de 03/08/2010.

LINO, I. C.; **Seleção de áreas para implantação de aterros sanitários: análise comparativa de métodos**. Dissertação de Mestrado UNESP. Rio Claro 2007

Ministério das Cidades. **Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem**. 2008.57p.

OMS/FAO - **Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health** - <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/releases/pr84/en/>. Acessado em 25/01/2017

RODRIGUES, R.R. **Fábrica de árvores**. Revista Globo Rural. 2012. Disponível em <http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,ERT332272-18282,00.html>. Acesso em 01/02/2017.

WINPENNY, J. T.; **Values for the environment. A Guide to economic Appraisal**. London: HMSO.1993.



RECONHECIMENTO

Em 2016 a **Visafértil** foi agraciada com o Prêmio Mérito Ambiental da FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo) com o **Projeto Solução Cíclica: compostagem e produção de alimentos através de resíduos orgânicos de restaurantes e domésticos em sacos compostáveis.**