



UFRJ

Roberta dos Reis Ribeiro

Avaliação de alternativas sócio-econômicas para a população em torno de aterros sanitários. Estudo de caso: Aterro de Gramacho.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador(es): Estevao Freire

Maria Alice Zarur Coelho

Rio de Janeiro

2012



UFRJ

Avaliação de alternativas sócio-econômicas para a população em torno de aterros sanitários. Estudo de caso: Aterro de Gramacho.

Roberta dos Reis Ribeiro

Orientador (es): Estevão Freire

Maria Alice Zarur Coelho

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada pela Banca:

Presidente, Prof. nome, titulação, instituição

Prof. nome, titulação, instituição

Prof. nome, titulação, instituição

Prof. nome, titulação, instituição

Rio de Janeiro

2012

DEDICATÓRIA

Dedico o meu trabalho a Deus que me trouxe até esse ponto e ao meu pai querido que tenho certeza que onde estiver sempre cuida e olha por mim.

“A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

“As paixões são como ventanias que inflam as velas dos navios fazendo-os navegar, outras vezes podem fazê-los naufragar, mas se não fossem elas, não haveria viagens nem aventuras nem novas descobertas”.

Voltaire

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo que ele colocou na minha vida, as coisas boas e ruins, as ruins porque me fizeram valorizar tudo de bom que eu tenho.

Ao Professor Estevão, por ter acreditado e aceito imediatamente a minha proposta de tese, quando eu cheguei cheia de ideias e um recorte de jornal.

À professora Maria Alice, obrigada por ter aceito a orientação desta pesquisa, por acreditar no meu trabalho e por todos os anos de aprendizado.

À Priscilla, querida amiga, por seu apoio incondicional, carinho, pela companhia ao aterro Gramacho, por tantas vezes me ouvir ,secou minhas lágrimas e por tantas outras vezes que rimos juntas. Você é muito especial na minha vida e agradeço tudo o que você fez e faz por mim.

À Tatiana por sua amizade, companheirismo, por todos os passeios, viagens, vinhos, pensamentos positivosfoi sempre ótimo estar contigo, amiga!

À Thiana, minha amiga querida, que sempre me incentivou, pelo carinho, passeios, por sempre me fazer saber que sou importante na sua vida, pelas aulas de inglês com as musicas do Michael, Obrigada!!

Ao Pedro, aluno mais querido e engraçado que alguém poderia orientar, tão novo, mas bastante maduro. Obrigada pela companhia à aterros e cooperativas, te adoro.

Às amigas do Biose, Fernanda e Roseli, obrigada por cederem seu tempo lendo uma tese de um assunto tão diferente, pelo incentivo e carinho. É sempre ótimo estar com vocês.

À Veronica, pela companhia na visita à cooperativa, pelo incentivo e momentos alegres.

Às amigas, Kelly, Gisele e Marcele pela torcida, bons papos, risadas e principalmente pela amizade.

A minha “filhinha” Raisa, pela companhia, torcida, cumplicidade e amizade.

Aos meus queridos pais, ao meu pai Luiz que me ensinou o respeito ao próximo e tantas outras coisas, a minha mãe amada que, desde que papai não pode mais estar conosco, sempre foi guerreira, corajosa me incentivando a tentar se tão forte quanto ela. Aos meus irmãos Bruna e Fagner, por todas as coisas que passamos juntos, eu amo muito vocês.

À Tia Ermelinda, Tio Luiz Fernando e Amanda, a minha “dinda”, vocês são uma família maravilhosa, obrigada por me acolherem com tanto carinho e pelo incentivo de sempre. Sem a ajuda de vocês nada seria possível.

As queridas Juliana, Milena, Claudia, Priscila e Renata pela forte amizade e carinho desde as aulas de calculo 1.

Definitivamente o que seriam das pessoas sem os amigos...?

Índice

RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
Objetivos.....	17
1.1 Objetivo Geral.....	17
1.2 Objetivos Específicos:	17
Análise técnico-econômica da implementação de uma cooperativa de reciclagem de resíduos sólidos urbanos;	17
Revisão Bibliográfica.....	17
2.1 Desenvolvimento sustentável	17
2.2 Resíduos Sólidos.....	19
Destinação dos Resíduos Sólidos no Brasil.....	19
De acordo com dados orçamentários da Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB), maior organização de limpeza pública na América Latina e responsável pela limpeza urbana no município do Rio de Janeiro, a empresa tem um custo aproximado de R\$ 10,00/ton de resíduos dispostos em aterros sanitários.....	21
2.4 Resíduos sólidos na Cidade do Rio de Janeiro	22
2.5 Aterro de Gramacho.....	23
2.6 Catadores.....	24
Em quase todas as cidades brasileiras existem pessoas que vivem ou sobrevivem ao redor dos lixões, catando restos de comida e objetos jogados fora, estes indivíduos são denominados catadores.	24
2.7 Nova Lei de Resíduos Sólidos	26
2.8 Reciclagem.....	28
2.8.1 Preço do Reciclado no Brasil:	32
2.8.2 Reciclagem no Mundo.....	33
2.9 Dinâmica de sistemas.....	34
3.10 Cooperativa de reciclagem.....	35
Segundo a Lei no 5.764 de 1974 que define a Política Nacional de Cooperativismo as sociedades cooperativas são consideradas:.....	35
Singulares, as constituídas pelo número mínimo de 20 (vinte) pessoas físicas, sendo exponencialmente permitida a admissão de pessoas jurídicas que tenham por objeto as mesmas ou correlatas atividades econômicas das pessoas físicas ou, ainda, aquelas sem fins lucrativos;.....	35
Cooperativas centrais ou federações de cooperativas, as constituídas de no mínimo, 3 (três) singulares, podendo, excepcionalmente, admitir associados individuais;.....	35
Confederações de cooperativas, as constituídas, pelo menos, de 3(três) federações de cooperativas ou cooperativas centrais, da mesma ou de diferentes modalidades.....	35
No município do Rio de Janeiro, para legalizar uma cooperativa que se dedique à industrialização/comercialização de produtos, o custo é de aproximadamente R\$ 1.500,00. No município do Rio de Janeiro existe a isenção de taxa de licenciamento de estabelecimento, alvará, para empreendimentos localizados em comunidades (R\$ 447,57).....	35
As cooperativas pagam impostos como: PIS (Programa de Integração Social) - 0,65% descontado do faturamento total da cooperativa, COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social)- 3%	

do faturamento total, INSS (Contribuição para o Instituto Nacional da Seguridade Social)- 11% da remuneração dos associados.....	35
Os cooperados não tem vínculo empregatício com a cooperativa, os cooperados são trabalhadores autônomos que recebem de acordo com a quantidade de material coletada ou em razão da receita obtida pela cooperativa rateada em partes iguais entre seus membros.....	36
A promulgação da Constituição Federal de 1988 liberta o movimento cooperativo do controle Estatal, de forma que o Estado deve apoiar e permitir que o cooperativismo prossiga dentro de seus valores e princípios sem interferência direta.....	36
A cooperativa é uma forma constitucional de valorização social onde as pessoas trabalham sem relação com patrão visando uma relação com o grupo para obter melhores resultados financeiros e de qualidade de vida.....	36
2.10 Custos fixos e variáveis.....	36

3. Metodologia.....37

3.1 Visitas a cooperativas / Aterro de Gramacho e aplicação de questionário ao cooperados..	38
3.2 O software STELLA e a modelagem e simulação dinâmica.....	40
Variáveis relevantes para a construção do modelo.....	44
.....	45
.....	46
.....	46
.....	46
.....	46
.....	46
.....	46
.....	46

4. Resultados e discussão47

4.1 Avaliação social do sistema de gestão resultado das visitas ao aterro de gramacho e cooperativas a partir de questionário sócio-econômico aplicado aos Cooperados.	47
4.2 Resultados da simulação do Software Stella	55
A avaliação do desenvolvimento de uma cooperativa de catadores de material reciclável está representado no modelo apresentado na Figura 23.....	55
.....	56
4.2.1 Resultado da aplicação dos Cenários ao modelo proposto.....	56
a) CENÁRIO 1:.....	56
Utilizou-se para a simulação do cenário 1 o numero mínimo de 20 Cooperados, valor considerado mínimo para criação de uma cooperativa, até 80 cooperados, os resultados das simulações estão apresentados nas Figuras 24 até a Figura 31.....	56
Para as simulações do cenário 1 utilizou-se as os seguintes parâmetros:.....	56
Preço do material reciclado (R\$/ toneladas): Papel branco (784), Papelão (370), Latinha de Alumínio (3100), Vidro (260), Plástico Rígido (1300), Plástico Filme (1350), PET(1770), Tetrapak (409)...	56
.....	57
.....	57
.....	58
.....	58
.....	59
.....	59
.....	60
.....	60
.....	61

.....	61
.....	62
.....	62
.....	63
.....	63
b) CENÁRIO 2:.....	64
Para avaliação das condições do CENÁRIO 2 serão apresentadas a simulação apenas para a menor quantidade de cooperados, uma vez que nessas condições não foi possível manter as condições para pagamento de cota dos cooperados, como explicitado na Figura 31.....	64
Para as simulações do cenário 2 utilizou-se as os seguintes parâmetros:.....	64
Preço do material reciclado (R\$/ toneladas): Papel branco (100), Papelão (100), Latinha de Alumínio (1800), Vidro (30), Plástico Rígido (50), Plástico Filme (290), PET(1200), Tetrapak (150).....	64
.....	64
.....	64
CENÁRIO 3:.....	65
Para as simulações do cenário 3 utilizou-se as os seguintes parâmetros:.....	65
Preço do material reciclado (R\$/ toneladas): Papel branco (450), Papelão (160), Latinha de Alumínio (2000), Vidro (170), Plástico Rígido (400), Plástico Filme (300), PET(1200), Tetrapak (150).....	65
O resultado do Cenário 3 esta apresentado nas Figuras 32 a 34, pode-se observar que nessas condições de modelagem, há absorção de no máximo 30 cooperados de acordo com a Figura 34 uma vez que nessa condição não há acúmulo para que haja o pagamento da cotas dos cooperados, nota-se entretanto que é possível a obtenção de sucesso da cooperativa e condições satisfatórias aos seus cooperados em condições de uma cooperativa com sistema de gestão.....	65
.....	65
.....	66
.....	66
.....	66
.....	67
.....	67
5.Conclusões.....	67
6.Referências Bibliográficas.....	70
IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Manual de resíduos sólidos, Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos, 1989.....	72
IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Indicadores de desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro. RJ. Brasil. 2010.....	72
IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. IBGE divulga as estimativas populacionais dos municípios em 2011. 2011.....	72
Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1961&id_pagina=1 . Acesso: 10 de agosto de 2012.....	72

Índice de Figuras

Figura 1- Desenho esquemático relacionando parâmetros para se alcançar o desenvolvimento sustentável (BARBOSA, 2008).....	18
Figura 2 : mapa da distribuição de lixões, aterros sanitários em operação, aterros sanitários previstos e aterros sanitários a desativar em 92 municípios do estado do Rio de Janeiro. Fonte: ALVES, 2012.....	22
Figura 3 : Vista do Aterro de Gramacho: (A) Anos de 1976 à 1996; (B) Ano de 2012.....	23

Figura 4: Catadores na rampa de operação do aterro de Gramacho em outubro de 2012. Fonte: Próprio autor.....	26
Figura 5: Percentual de ruas com coleta seletiva nos bairros com coleta seletiva. Fonte: Adaptado pelo próprio autor com dados obtidos pela COMLURB.....	30
Figura 6: Proporção de material reciclado em atividades industriais Brasil nos anos de 1993 a 2006. Fonte: IBGE, 2010.....	31
Figura 7: Valores de comercialização dos recicláveis recolhidos e revendidos pela cooperativa B.....	33
Figura 8: Coletores de material reciclável nas ruas de (A) Portugal e (B) Espanha.....	34
Figura 9: Fatores que influem na cooperativa como um todo. Fonte: SEBRAE, (2003).....	36
Figura 10: : Questionário sócio-econômico aplicado aos cooperados das cooperativas de material reciclável.....	39
Figura 11: Variáveis representadas por ícones: parametros (A), fluxos (B), conexões entre os ícones (C) e estoques (D).....	41
Figura 12: Relação entre poder computacional e facilidade de uso (RIZZO, 2006).....	42
Figura 13: Quantidade média de 8 (oito) materiais recicláveis recolhida na Cooperativa B (tonelada/mês).....	45

Figura 14: Variação quantidade de material reciclável recolhido em 12 meses.....	46
Figura 15: : (A) Material reciclável acumulado; (B) Estrutura física; (C) Balança; (D) Carroça utilizada na coleta de material.....	48
Figura 16: (A) Recepção de material reciclável em caminhões; (B) Galpão e estrutura física; (C) Balança; (D) Material reciclável prensado.....	49
Figura 17: : (A) Área de deposição de óleo armazenado; (B) Material Reciclável; (C) Galpão de triagem de material eletrônico; (D) Triagem de material reciclagem por cooperados.....	51
Figura 18: Sexo dos cooperados: (A) Cooperativa B; (B) Cooperativa C.....	52
Figura 19: Satisfação em fazer parte de uma cooperativa: (A) Cooperativa B; (B) Cooperativa C.....	52
Figura 20: Grau de escolaridade: (A) Cooperativa B; (B) Cooperativa C.....	53
Figura 21: Importância da cooperativa em melhora na qualidade de vida: (A) Cooperativa B; (B) Cooperativa C..	54
Figura 22: Ganho mensal dos cooperados com o trabalho nas cooperativas B e C.....	54

Figura 23: Modelo do sistema de gestão de cooperativa de catadores de resíduos sólidos desenvolvido em ambiente de modelagem computacional STELLA®.....	56
Figura 24: Resultado da simulação do Cenário 1 usando como entrada 20 Cooperados.....	57
Figura 25: Resultado da simulação do Cenário 1 usando como entrada 30 Cooperados.....	58
Figura 26: Resultado da simulação do Cenário 1 usando como entrada 40 Cooperados.....	59
Figura 27: Resultado da simulação do Cenário 1 usando como entrada 50 Cooperados.....	60
Figura 28: Resultado da simulação do Cenário 1 usando como entrada 60 Cooperados.....	61
Figura 29: Resultado da simulação do Cenário 1 usando como entrada 70 Cooperados.....	62
Figura 30: Resultado da simulação do Cenário 1 usando como entrada 80 Cooperados.....	63
Figura 31: Resultado da simulação do Cenário 2 usando como entrada 20 Cooperados.....	64
Figura 32: Resultado da simulação do Cenário 2 usando como entrada 20 Cooperados.....	66
Figura 33: Resultado da simulação do Cenário 3 usando como entrada 30 Cooperados.....	66

Figura 34:Resultado da simulação do Cenário 3 usando como entrada 40 Cooperados.....	67
---	----

Índice de Tabelas

Tabela 1: Número de municípios em 1989 com lixões e quantidade total existente, no Brasil e nas macrorregiões.	20
--	----

Tabela 2: Número de municípios em 2012 com lixões e quantidade total existente, no Brasil e nas macrorregiões.	21
Tabela 3: Economia de recursos naturais com o processo de reciclagem.....	31
Tabela 4: Preço médio de diversos materiais recicláveis nos diversos estados Brasil (R\$/ton).....	32
Tabela 5: Número médio de cooperados por Cooperativa entrevistada.....	38
Tabela 6: Comparação entre cinco modelos de software com relação a preço (U\$) e método de integração.....	42
Tabela 7: Cenários escolhidos para a simulação no software STELLA.....	44

RESUMO

O aumento da utilização de recursos naturais não renováveis é consequência do aumento do consumo e traz consigo a necessidade de uma gestão sustentável dos resíduos sólidos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), fundamentada na Lei nº12.305 de 2010, tem como princípio a responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e população e passa a exigir a colocação dos rejeitos em aterros que seguem normas ambientais, sendo proibida a catação, criação de animais e instalação de moradias nessas áreas. A PNRS incentiva o uso da reciclagem com a participação dos catadores, organizados em cooperativas ou associações.

Embora a Lei proponha uma solução ao problema ambiental decorrente da destinação inadequada dos resíduos sólidos e aponte para a criação de cooperativas de catadores de materiais recicláveis faz-se necessária uma discussão mais ampla sobre o destino dos catadores que antes trabalhavam em condições impróprias nos aterros e lixões.

Como apontado pela Lei nº 12.305, a criação de cooperativas de reciclagem apresenta-se como uma opção para a reinserção dos antigos catadores provenientes de extintos lixões e aterros. Contudo, é de grande importância o estudo da viabilidade econômica desta alternativa, o qual é objeto deste trabalho. Para tanto, foram utilizadas como ferramentas de gestão entrevistas com os cooperados e análise sistêmica por meio do software STELLA®

Palavras-chave: Resíduos sólidos, cooperativas, catadores, STELLA®.

ABSTRACT

The increased use of non-renewable natural resources is a result of increased consumption and brings with it the need for sustainable management of solid waste.

The National Policy on Solid Waste (PNRS), based on Law No. 12,305 of 2010, has the principle of shared responsibility between government, business and population, and now requires the placement of waste in landfills that follow environmental rules, is prohibited scavenging , livestock and installation housing in these areas. The PNRS encourage the use of recycling involving the pickers, organized in cooperatives or associations.

Although the Act proposes a solution to the environmental problem caused by improper disposal of solid waste and aim for the creation of cooperatives of recyclable material collectors is necessary a broader discussion about the fate of scavengers that before working in unsuitable conditions in landfills and dumps.

As pointed out by Law No. 12,305, the creation of recycling cooperatives presented as an option to the reinsertion of former scavengers from extinction dumps and landfills. However, it is of great importance to study the economic feasibility of this alternative, which is the subject of this paper. So, were used as management tools interviews with members and systemic analysis through software STELLA ®

Keyword: Solid waste, cooperatives, collectors, STELLA ®.

Objetivos

1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade de reinserção de catadores de resíduos sólidos provenientes de lixões e aterros extintos, através da criação de cooperativas ou centrais de triagem autogestionárias.

1.2 Objetivos Específicos:

Análise técnico-econômica da implementação de uma cooperativa de reciclagem de resíduos sólidos urbanos;

- i. Determinação do ponto ótimo de quantidade de material reciclado para que a cooperativa não tenha prejuízo;
- ii. Avaliação dos valores de mínimo e máximo de cota para cada cooperado utilizando como ferramenta o software STELLA®.

Revisão Bibliográfica

2.1 Desenvolvimento sustentável

Segundo AGOSTINHO(2009) o termo Sustentabilidade vem do latim “*sustentare*” que significa sustentar, suportar, conservar em bom estado, manter, resistir. Dessa forma, sustentável é tudo aquilo capaz de ser suportado, mantido.

A concretização e a difusão em escala mundial do conceito de sustentabilidade, ocorreram na Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD e a definição de sustentabilidade contida no relatório de Brundtland (CMMAD, 1987) é de que “desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer as suas próprias necessidades”. O conceito começou a ser discutido em um debate sobre a necessidade de se encontrar novas formas de desenvolvimento econômico, sem a redução dos recursos naturais e sem danos ao meio ambiente e definiu o tripé da sustentabilidade: desenvolvimento econômico, proteção ambiental e equidade social (LIMA, 2006).

SACHS (1990) propõe que o conceito de sustentabilidade, tem como base cinco dimensões principais: sustentabilidade social, econômica, ecológica, geográfica e cultural, tal como representado na Figura 1.

A sustentabilidade social está vinculada a uma melhor distribuição de renda com redução das diferenças sociais.

A Sustentabilidade econômica tem como objetivo possibilitar o crescimento econômico para as gerações atuais, bem como o manuseio responsável dos recursos naturais necessários para satisfazer as necessidades das gerações futuras.

A sustentabilidade ecológica está vinculada ao uso efetivo dos recursos existentes nos diversos ecossistemas resultando em mínima deterioração ambiental. A sustentabilidade geográfica está ligada a uma espacialização rural-urbana mais equilibrada. A sustentabilidade cultural procura a realização de mudanças em harmonia com a continuidade cultural vigente.

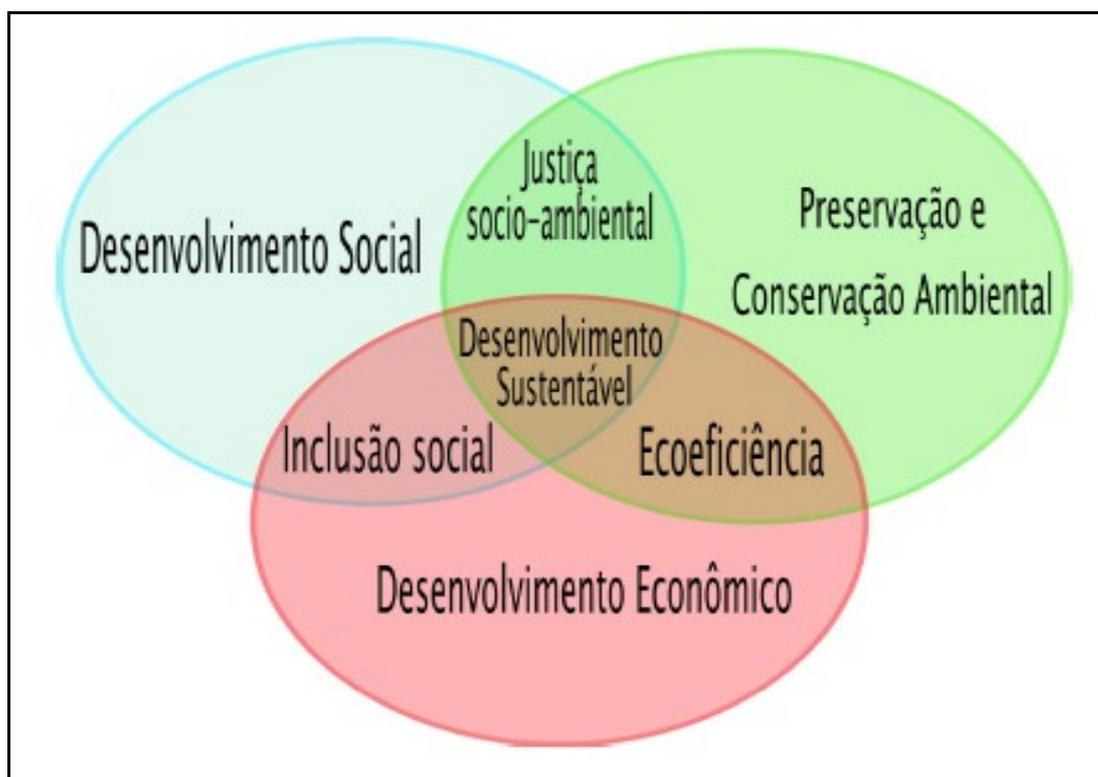


Figura 1- Desenho esquemático relacionando parâmetros para se alcançar o desenvolvimento sustentável (BARBOSA, 2008).

De acordo com SICHE,(2007) a sustentabilidade está ligada à preservação dos recursos produtivos e à auto-regulação do consumo desses

recursos, eliminando o crescimento selvagem obtido ao custo de elevadas externalidades negativas (sociais e ambientais). Localmente, o principal desafio é melhorar a qualidade de vida, recuperando e usando adequadamente os recursos renováveis. Globalmente, o principal desafio é mudar o estilo de vida, vislumbrando a contenção do consumo, especialmente nas áreas urbanas dos países ricos.

2.2 Resíduos Sólidos

Resíduos sólidos são materiais heterogêneos provenientes da natureza e das diversas atividades humanas. Podem ser encontrados nos estados: sólido, semissólido ou líquido. Os resíduos são classificados de diferentes maneiras, entretanto, algumas são mais utilizadas, pois fornecem importantes informações para o seu gerenciamento adequado. RECESA (2009).

Segundo dados do IBGE (2012), no ano de 2009, 98,2% dos moradores de áreas urbanas tiveram seu lixo coletado. Contudo, tal como ocorre com os esgotos, apenas a coleta não é capaz de eliminar efeitos nocivos, como a poluição do solo e das águas, causada pelo chorume, líquido formado em depósitos de lixo não controlados.

Entre os anos de 1989 e 2008, houve um crescimento de mais do dobro da quantidade de lixo com destinação final adequada, tendo passado de 28,8% para 66,4%; enquanto as formas inadequadas (lançamento, em estado bruto, em vazadouros ou áreas alagadas e outros destinos, como a queima a céu aberto) diminuíram quase na mesma proporção: de 71,2% para 33,6%.

O percentual de lixo coletado e adequadamente disposto devido à coleta seletiva, reciclagem e compostagem do lixo orgânico em 2008 foi maior no Sul e Sudeste (respectivamente, 81,8% e 82,9%) e menor no Norte (36,1%), atingindo no Nordeste 44,3% e Centro-Oeste 29,5% (IBGE,2012).

Destinação dos Resíduos Sólidos no Brasil

Segundo NURENE (2008), a diferença entre lixão, aterro controlado e aterro sanitário consiste na forma de disposição, os lixões a céu aberto são locais onde os resíduos sólidos são simplesmente descarregados sobre o solo, sem

medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública, gerando poluição do ar, do solo e das águas e também a poluição visual.

O aterro controlado é uma técnica utilizada para promover melhorias nos locais que antes foram lixões, com o intuito de melhorar a segurança do local e minimizar os riscos de impactos negativos ao meio ambiente e a saúde pública e o aterro sanitário é uma obra de engenharia que tem como objetivo acomodar resíduos sólidos no solo, no menor espaço possível, sem causar danos ao meio ambiente e a saúde pública neste ocorre a drenagem superficial das águas pluviais e do lixiviado de base, drenagem dos gases produzidos na decomposição dos resíduos orgânicos (NURENE, 2008).

Segundo relatório do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2012, ainda há 2.906 lixões que devem ser erradicados no Brasil, distribuídos em 2.810 municípios. As regiões que concentram a maior parte dos lixões no Brasil são Nordeste, Norte e Centro Oeste, 89,1; 84,6; 72,7% respectivamente, caracterizando as regiões Sul e Sudeste com os menores percentuais de presença de lixões (Tabela 1).

Os municípios de pequeno e médio porte apresentaram acréscimos significativos na quantidade total de resíduos e rejeitos dispostos em aterros sanitários, 370% e 165%, respectivamente, possivelmente devido ao envio de resíduos produzidos/coletados/gerados nos municípios de grande porte (IPEA (2012).

Em 2008 a quantidade de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos gerada foi de 1.183.481,50 toneladas por dia, 35% superior à quantidade destinada em 2000. Destes resíduos, 90% foram destinados a aterros sanitários, aterros controlados e lixões, enquanto apenas 10% foram destinados à usinas de compostagem, unidades de triagem e compostagem, unidades de incineração, vazadouros em áreas alagadas e outros destinos (IPEA , 2012).

Tabela 1: Número de municípios em 1989 com lixões e quantidade total existente, no Brasil e nas macrorregiões.

Situação do destino final nas regiões brasileiras em 1989 (%)					
REGIÕES	LIXÕES	ATERROS	ATERROS	USINAS	OUTROS

		SANITÁRIOS	CONTROLADOS		
Norte	89,7	3,67	3,99	2,58	0,06
Nordeste	90,67	2,25	5,45	0,74	0,89
Centro-Oeste	54,05	13,1	27,00	5,02	0,83
Sudeste	26,58	24,62	40,48	4,41	3,91
Sul	40,72	51,97	4,91	0,98	1,42
Brasil	49,27	23,33	21,9	3,00	2,50

Fonte: IBGE (1989).

De acordo com a PNRS, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deverá ser implantada até 2014. Entretanto, ainda há 2.906 lixões que devem ser erradicados no Brasil, distribuídos em 2.810 municípios dados apresentados na Tabela 2 (IPEA, 2012).

Tabela 2: Número de municípios em 2012 com lixões e quantidade total existente, no Brasil e nas macrorregiões.

MUNICIPIOS COM PRESENÇA DE LIXOES EM 2012				
REGIÕES	NUMERO DE MUNICIPIOS	POPULAÇÃO URBANA	QUANTIDADE	(%)
Norte	449	11133820	380	84,6
Nordeste	1794	38826036	1598	89,1
Centro-Oeste	1668	74531947	311	18,4
Sudeste	1188	23355240	182	15,3
Sul	466	12161390	339	72,7
Brasil	5565	160008433	2810	50,5

Fonte: IPEA, 2012.

Ao Comparar as Tabelas 1 e 2 observa-se que o percentual de deposição de resíduos em lixões manteve-se aproximadamente constante, 49,27% e 50,5% para os anos de 1989 e 2012, respectivamente. O fato pode estar relacionado ao baixo investimento em criações de aterros para destinação final dos resíduos e ao baixo ou nenhum custo para o depositante quando o mesmo é colocado em lixões.

De acordo com dados orçamentários da Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB), maior organização de limpeza pública na América Latina e responsável pela limpeza urbana no município do Rio de

Janeiro, a empresa tem um custo aproximado de R\$ 10,00/ton de resíduos dispostos em aterros sanitários.

2.4 Resíduos sólidos na Cidade do Rio de Janeiro

Segundo dados do IBGE de 2011 a cidade do Rio de Janeiro é a segunda maior cidade do Brasil com mais de 6,4 milhões de habitantes, muitos dos quais vivem na pobreza. Estima-se que 40.000 pessoas no estado do Rio de Janeiro vivam da reciclagem informal nas ruas ou em aterros (JANSEM, 2009). Muitos dos recicladores são emigrantes de regiões pobres do país, a maioria com baixo nível de escolaridade, o que limita suas oportunidades de trabalho restringindo-os, frequentemente, à atividades informais, como a reciclagem (CARVALHO *et al.*, 2011).

Segundo dados de 2012 da COMLURB, a empresa recolheu aproximadamente cerca de 104.985 toneladas/mês de lixo público na cidade do Rio de Janeiro e a produção per capita de lixo é de 0,562 kg/hab/dia.



Figura 2 : mapa da distribuição de lixões, aterros sanitários em operação, aterros sanitários previstos e aterros sanitários a desativar em 92 municípios do estado do Rio de Janeiro. Fonte: ALVES, 2012.

Conforme observado por ALVES (2012), dentre os 53 municípios do estado do Rio de Janeiro, que recebem o lixo (Figura 2) 32 municípios (60%) tem seu lixo enviado para lixões e 21 municípios (40%) destinam à aterros

sanitários. Ainda segundo o autor, em 2010 somente 12% do lixo produzido no estado do Rio de Janeiro era destinado à aterros sanitários. Em 2012 esse índice subiu para 86%, possivelmente devido à implantação de 22 aterros sanitários, sendo três em fase de finalização.

2.5 Aterro de Gramacho

O Aterro Metropolitano de Jardim Gramacho está localizado em uma área de 1,3 milhões de m² e, de acordo com dados da COMLURB, e até junho de 2012 recebia aproximadamente 8.000 toneladas de lixo por dia, provenientes de 75% do lixo do Rio, 100% de Duque de Caxias, São João de Meriti, Nilópolis e Queimados. Com a transferência do lixo do Rio de Janeiro para o aterro sanitário de Seropédica, os valores de resíduos decaíram para em média 4.000 toneladas por dia dos mesmos municípios. A composição gravimétrica do lixo domiciliar recebido em Gramacho era de 60% de material orgânico, 38% de material reciclável e 2% de material inerte.

Tendo suas atividades encerradas em junho de 2012, o Aterro estava em funcionamento desde 1976 como vazadouro de lixo administrado pela COMLURB e até o ano de 1996, funcionou como um -lixão (Figura 3A), sendo a entrada de catadores controlada pelo tráfico de entorpecentes. Em meados da década de noventa a COMLURB, através de uma licitação, terceirizou a gestão do aterro para a empresa Queiroz Galvão (Figura 3B), sendo implementada assim algumas mudanças para o trabalho de catação, tais como afastamento de idosos, portadores de deficiências físicas ou mentais e erradicação de trabalho infantil (GOMES, 2012).



Figura 3 : Vista do Aterro de Gramacho: (A) Anos de 1976 à 1996; (B) Ano de 2012.

O bairro possui uma população de aproximadamente 20.000 habitantes, sendo que a maior parte desse contingente populacional encontra-se fora do mercado formal de trabalho e vive direta ou indiretamente da exploração econômica do lixo.

2.6 Catadores

Em quase todas as cidades brasileiras existem pessoas que vivem ou sobrevivem ao redor dos lixões, catando restos de comida e objetos jogados fora, estes indivíduos são denominados catadores.

É importante diferenciar o catador regular de material reciclável do morador de rua, uma vez que os indivíduos da população de rua catam eventualmente algum reciclável e o catador regular tem nos recicláveis retirados da massa do lixo a sua principal fonte de sobrevivência. Os mesmos podem tanto trabalhar nos vazadouros a céu aberto, os chamados lixões, quanto nas ruas, retirando os recicláveis diretamente dos sacos plásticos dispostos para a coleta convencional de lixo ou recebendo-os diretamente de estabelecimentos comerciais e escritórios (DIAS, 2002).

DIAS (2002) destacou outra característica referente a esse grupo, a maior parte desses catadores (83%) possuía moradia, dormindo em casa somente nos fins de semana, já que tinham que vigiar o material reciclável recolhido durante a semana de trabalho por falta de um local para armazenamento. Para isso estes catadores dormiam amontoados em meio ao lixo recolhido. Esta prática demonstra como o cotidiano de vida e trabalho dos catadores está impregnado de exploração, estigmatização e perseguição, fazendo com que vivam marginalizados e excluídos socialmente.

Apesar de não haverem números oficiais, as estimativas do Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR) indicam que 800 mil pessoas trabalham na catação de resíduos recicláveis no Brasil. Deste total, 40 mil estariam organizados em cerca de 600 cooperativas e/ou associações, enquanto a maioria absoluta não teria carteira assinada e seria responsável por 90% da coleta dos resíduos para a reciclagem. Uma alternativa para reverter esta situação precária de trabalho dos catadores é a sua organização em

cooperativas e associações que podem gerar trabalho e renda em melhores condições (IKUTA, 2010).

Segundo TRIGUEIRO (2012), aproximadamente 40% dos resíduos que ocupam espaço nos aterros são recicláveis, esses resíduos sólidos devem ser vistos como uma oportunidade de negócio. Muitos dos catadores que estão organizados em cooperativas têm pouca escolaridade e dificuldade em encontrar um trabalho formal.

A necessidade de uma visão sistêmica para compreender que o meio ambiente e as pessoas nele inserido são um sistema complexo e por isso deve ser visto como uma rede de fenômenos interligados.

No aterro metropolitano de Jardim Gramacho, Duque de Caxias, até o encerramento do lixão, 1.200 catadores trabalhavam nas rampas de deposição do lixo. A separação manual do lixo neste local movimentou até 2011, de acordo com dados da COMLURB, R\$ 24 milhões anuais. Uma outra informação que se deve ressaltada é que homens e mulheres ganham cerca de R\$ 35 por noite revirando os restos da área central da cidade (ALENCAR; CURI; DAFLON, 2012).

Nos anos de 1993, 1996 e 2002 o número de catadores em atividade no aterro de Jardim Gramacho era de respectivamente de 600, 960 e 1.060 trabalhadores, estabilizando em 1.700 nos anos de 2004 à 2012. A Figura 4, registrada em visita ao aterro em outubro de 2011, mostra as condições de trabalho às quais esses trabalhadores eram submetidos, destacando o forte problema social e de saúde das pessoas expostas a riscos como: falta de segurança, poluição sonora pelo intenso volume de caminhões que circulam pelo local, poluição do ar, chorume pelas ruas, falta de limpeza e exclusão social.

No dia 1º de junho de 2012 o maior aterro controlado, que antes foi o maior lixão da América Latina, fechou após 34 anos de atividade e cerca de 1.700 catadores deixaram de trabalhar na região do aterro. Segundo GOMES (2012), do total de 1.700 catadores apenas 90 deles se organizam na forma de cooperativa.



Figura 4: Catadores na rampa de operação do aterro de Gramacho em outubro de 2012. Fonte: Próprio autor.

2.7 Nova Lei de Resíduos Sólidos

A falta de gestão é um grande desafio a ser solucionado quando se pensa no problema dos resíduos sólidos no Brasil. A nova lei de resíduos sólidos (Lei 12.305 de 2 agosto de 2010), exige a colocação dos rejeitos em aterros que seguem normas ambientais, sendo proibida a catação, criação de animais e instalação de moradias nessas áreas. Uma grande contribuição desta nova lei está na responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e população, visto que, a nova legislação recomenda o retorno dos produtos às indústrias após o consumo e obriga o poder público a realizar planos para o gerenciamento do lixo.

Outra relevante contribuição da nova Lei de resíduos sólidos é a preocupação com o problema social da reciclagem, abrangendo a participação formal dos catadores organizados em cooperativas que apontam para condições de sustentabilidade, uma vez que os tripés da mesma são meio ambiente, social e economia.

O artigo 3º na nova lei destaca alguns conceitos importantes:

- 1) Destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Único de Atenção à Saúde Agropecuária (Suasa), entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;
- 2) Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;
- 3) Gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;
- 4) Logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada;
- 5) Reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa;
- 6) Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos

disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

- 7) Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;
- 8) Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei;
- 9) Reutilização: processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa;
- 10) Coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;

De acordo com a Lei 12.305 de agosto de 2010, no Art. 54. "A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deverá ser implantada em até quatro anos após a data de publicação desta Lei".

2.8 Reciclagem

O termo reciclagem é definido como um conjunto de técnicas que tem por finalidade aproveitar os detritos e reutiliza-los no ciclo de produção do que

saíram. É o resultado de uma série de atividades, pelas quais materiais que se tornariam lixo, ou estão no lixo, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos. Reciclagem é um termo originalmente utilizado para indicar o reaproveitamento (ou a reutilização) de um polímero no mesmo processo em que, por alguma razão foi rejeitado (RODRIGUES e CAVINATTO, 1997).

A reciclagem permite a entrada de materiais tais como o papel e papelão, plástico, vidro e metais de volta para a cadeia produtiva como matéria-prima reciclada para produzir novos produtos. Neste processo benefícios econômicos, energéticos e ambientais podem ser alcançados. A reciclagem favorece o menor consumo de matéria-prima e conseqüentemente menos recursos naturais são retirados do meio ambiente, trazendo como benefícios a redução de energia e água consumidos, a criação de novos empregos, o aumento da vida útil de áreas de deposição como aterros e redução da despesa pública para o tratamento resíduos nas áreas de deposição e finalmente a inclusão social de cidadãos com pouca qualificação (LINO, 2009).

De acordo com SANTOS (2011), o caminho mais provável e imediato para o futuro do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil é o aumento progressivo da quantidade de resíduos reciclados. Isso porque a melhora nos níveis de recuperação de materiais não depende de novas tecnologias e nem de altos investimentos, apenas de mudanças políticas e sociais que propiciem o desenvolvimento desta cadeia de reciclagem. Essas medidas incluem a implementação de leis federais emitidas recentemente como a Lei nº 12.305/2010 que prevê e incentiva ao máximo esta recuperação de materiais.

Em qualquer visão atual da gestão de resíduos sólidos urbanos, essa deve se basear nas metas de reduzir ao mínimo a geração de resíduos sólidos, aumentar ao máximo a reutilização e reciclagem do que foi gerado, promover a inclusão social e econômica dos catadores, promover o depósito e o tratamento ambientalmente correto dos rejeitos, aperfeiçoar os recursos disponíveis e universalizar a prestação dos serviços, estendendo-os a toda população (SANTOS, 2010).

Segundo a Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2001) a coleta seletiva é um sistema de recolhimento de materiais recicláveis: papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos, previamente separados na fonte geradora e que podem ser reutilizados ou reciclados. A coleta seletiva funciona, também, como um processo de educação ambiental na medida em que sensibiliza a comunidade sobre os problemas do desperdício de recursos naturais e da poluição causada pelo lixo.

Entre as vantagens da coleta seletiva e da reciclagem destacam-se: a geração de empregos, o aumento da renda e conseqüente qualidade de vida, a redução de impactos ambientais visando à sustentabilidade, a prolongação da vida útil dos aterros sanitários, a transformação de materiais descartados em novos bens de consumo e principalmente a inclusão social.

A COMLURB realiza coleta seletiva de material reciclável em 41 bairros, Figura 5, que representa 25% dos bairros atendidos por esse serviço na cidade do Rio de Janeiro e das 3.295 ruas que recebem coleta seletiva os bairros de campo Grande e Barra da tijuca são os bairros que tem mais ruas atendidas, respectivamente 18 e 14%.

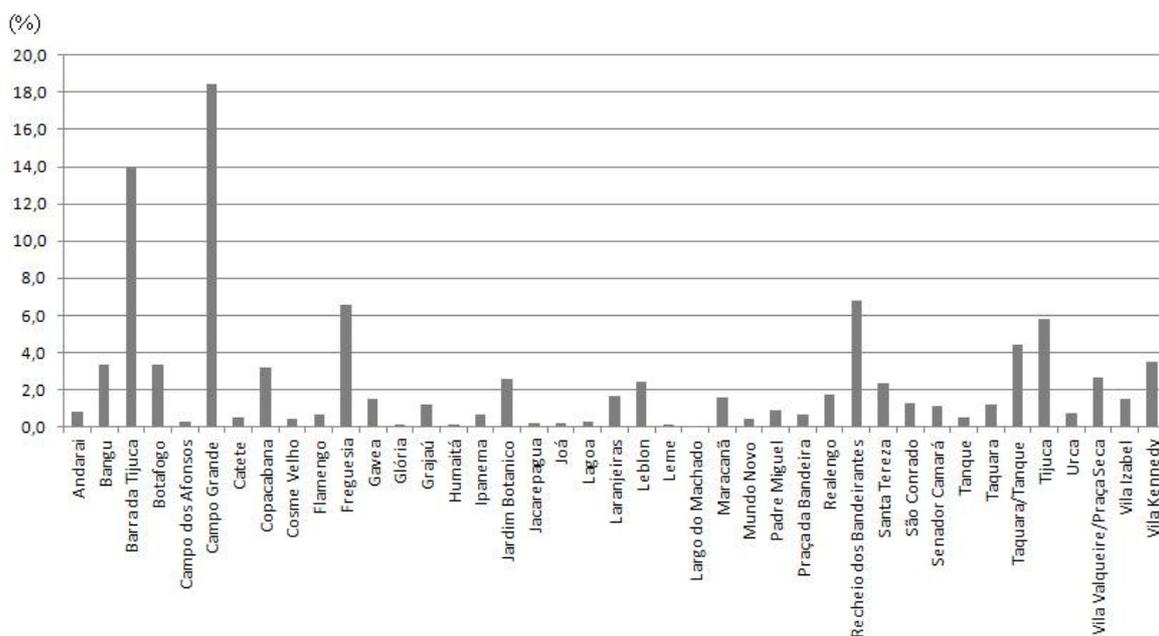


Figura 5: Percentual de ruas com coleta seletiva nos bairros com coleta seletiva. Fonte: Adaptado pelo próprio autor com dados obtidos pela COMLURB.

Segundo dados do IBGE, 2010, entre os anos de 1993 a 2006, houve um crescente crescimento da reciclagem no Brasil, tal fato pode ser constatado quando se observa o aumento da proporção de material reciclado e dentre eles o que mais se destaca em aumento de índice de reciclagem foram as latas de alumínio com um acréscimo de quase 50%, devido ao seu alto valor agregado, em seguida a embalagem tetrapak, que possuem desenvolvimento de tecnologia pra reciclagem, atendendo aos conceitos de logística reversa (Figura 6).

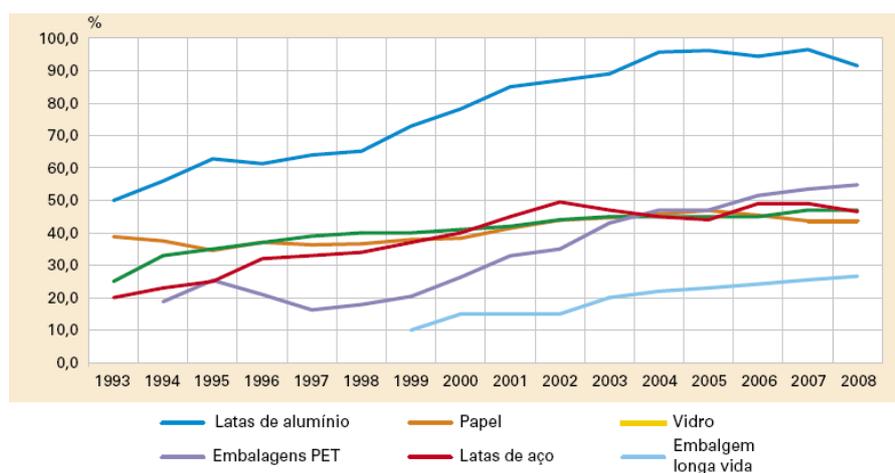


Figura 6: Proporção de material reciclado em atividades industriais Brasil nos anos de 1993 a 2006. Fonte: IBGE, 2010.

De acordo com Carvalho *et al.*, (2011) a economia dos recursos naturais obtidos com a reciclagem de alumínio, vidro, papel, plástico e aço que estão apresentados na Tabela 3, leva em conta a economia de recursos naturais com a redução da extração por coleta seletiva, a economia de com o plástico pode chegar até aproximadamente R\$ 4 milhões de reais quando se recicla 1264 toneladas de material.

Tabela 3: Economia de recursos naturais com o processo de reciclagem.

Material Reciclado	Economia de energia por ton (R\$/t)	Economia de material (R\$/t)	Economia de água (R\$/m³)	Total de economia por tipo de material (R\$/t)	Quantidade (t)	Total de economia por tipo de material (R\$)
Alumínio	1.213	24	-	1.237	117	144.747
Vidro	46	192	-	239	505	120.461
Papel	253	366	237	855	1594	1.363.021

Plástico	380	2.598	32	3010	1264	3.804.657
Metal	364	243	-	606	408	247.432

Fonte: Adaptado de Carvalho *et al.*, 2011

2.8.1 Preço do Reciclado no Brasil:

A Tabela 4 apresenta a variedade de preços de cada material reciclável em diversos estados do Brasil e a importância do controle no processo de separação uma vez que os produtos recicláveis prensados e limpos, uma vez que o material limpo tem maior valor de mercado. A grande variedade de preços dos materiais recicláveis apontam para a necessidade de implementação de cooperativas com perfil adequado a sua realidade regional, visando assim a autogestão e sucesso da mesma.

Tabela 4: Preço médio de diversos materiais recicláveis nos diversos estados Brasil (R\$/ton).

	Papelão	Papel Branco	Latas de Aço	Alumínio	Vidro Incolor	Vidro Colorido	Plástico Rígido	PET	Plástico Filme	Longa Vida
Acre										
Rio Branco	100PL	100PL	-	2000PL	100L	-	500PL	500PL	500PL	-
Amazonas										
Manaus	240PL	500L	130L	2200L	100	-	300L	900L	300L	-
Espírito Santo										
Guarapari	270PL	170L	140L	2800L	-	-	500PL	800PL	500PL	100P
Minas Gerais										
Itabira	300PL	784PL	370PL	3100PL	250PL	-	1138PL	1750PL	1200PL	409PL
Lavras	220P	330P	240P	2700P	150	-	1050P	1600P	700P	100P
Pernambuco										
Jaboatão dos Guararapes	370PL	280PL	320	2300L	180	-	1200PL	1450P	1000	370
Recife	220PL	180PL	300L	2500L	80L	-	600L	1400PL	450PL	280PL
Paraná										
Londrina	270L	410L	200L	2900L	70L	-	600L	1400L	400L	240PL
Nova Esperança	270PL	320PL	200L	2700PL	70L	-	500PL	1500PL	900PL	150PL
Rio de Janeiro										
Mesquita	200L	450L	300L	2500PL	260P	-	800P	1400P	650P	220P
Rio de Janeiro	250PL	580L	170L	2300L	150L	-	500PL	1400PL	600PL	210PL
Rio Grande do Sul										
Canoas	230P	400P	150P	2200	100	-	300	1300PL	760P	120P

Porto Alegre	320PL	500PL	160PL	2500PL	45L	-	500PL	1000PL	290P	90P
São Paulo										
Guarujá	180PL	230P	260L	1800L	-	-	50L	1600PL	700PL	230PL
São José dos Campos	200P	150P	320PL	2500PL	150L	-	1300P	1770P	350P	200P
São Paulo	220PL	420PL	320L	2800PL	-	-	110L	1150PL	1350L	220P
Sergipe										
Aracaju	200PL	500PL	300L	2600	30L	-	800L	350L	600PL	100PL

P = prensado - L = limpo - I = inteiro - C = cacos - UN = unidade. Fonte: CEMPRE

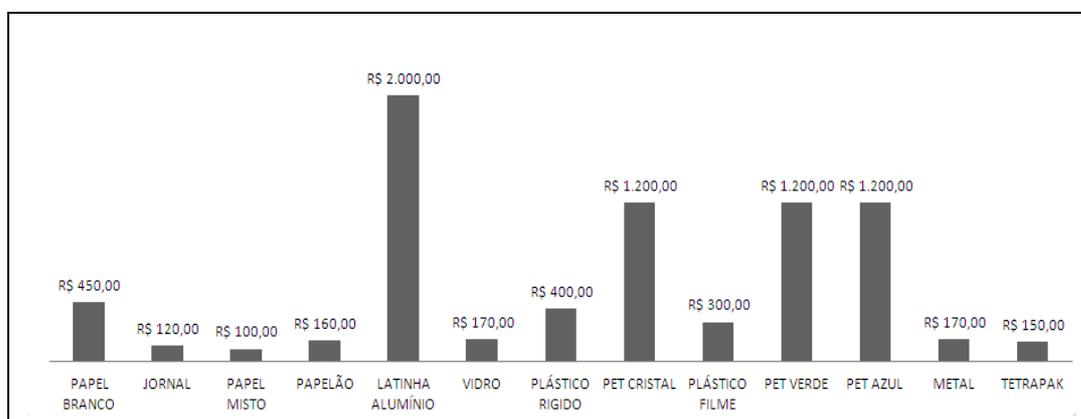


Figura 7: Valores de comercialização dos recicláveis recolhidos e revendidos pela cooperativa B.

A gerência da cooperativa B cedeu os valores de revenda dos recicláveis pela cooperativa e esses estão apresentados na Figura 7.

Comparando a Tabela 4 com a Figura 7, foi possível gerar 3 cenários distintos:

- ✓ Cenário 1: Maior preço praticado para todos os materiais recicláveis;
- ✓ Cenário 2: Menor preço praticado para todos os materiais recicláveis;
- ✓ Cenário 3: Preço praticado na revenda de material reciclável da cooperativa B.

2.8.2 Reciclagem no Mundo

Em países desenvolvidos como Japão, Alemanha e Estados Unidos da América os materiais recicláveis são separados e entregues pela população de localidades específicas ou colocado na calçada para a coleta (SAKATA, 2007;

LOUIS, 2004; GONZÁLES- TORRE *et al*, 2003;. READ, 1999). A Figura 8 exemplifica os coletores de rua em países como Portugal e Espanha, Figuras 8(A) e 8(B) respectivamente (Lino, 2009).



Figura 8: Coletores de material reciclável nas ruas de (A) Portugal e (B) Espanha.

2.9 Dinâmica de sistemas

A Dinâmica de Sistemas (DS) foi criada por Jay Forrester com a publicação do livro *Industrial Dynamics*, se baseia na teoria de servomecanismos e na Teoria Geral dos Sistemas e utiliza a simulação computacional para relacionar a estrutura de um sistema com o seu comportamento ao longo do tempo (FORRESTER, 1961; BERTALANFFY, 1977).

A DS é uma perspectiva e um conjunto de ferramentas conceituais que auxiliam na compreensão da estrutura e na dinâmica de sistemas complexos e busca entender a evolução de um sistema ao longo do tempo. Esta abordagem tem como principal premissa o fato de que o comportamento de um sistema é determinado por sua estrutura interna (JUNIOR, 2006).

As etapas para desenvolvimento de um modelo de Dinâmica de Sistemas são (FORRESTER, 1961):

- i) Identificação do problema a estudar e as perguntas que deverão ser respondidas;
- ii) Determinação das inter-relações entre os elementos do sistema;
- iii) Descrição do problema em linguagem matemática;

- iv) Simulação do modelo;
- v) Interpretação dos resultados;
- vi) Revisão do sistema e experimentação.

A Dinamica de Sistemas (DS) tem sido amplamente utilizada em gestão de negócios industriais, planejamento, desenvolvimento socio econômico, proteção do ambiente entre outras aplicações(LI Chen *et al*, 2012).

3.10 Cooperativa de reciclagem

Segundo a Lei nº 5.764 de 1974 que define a Política Nacional de Cooperativismo as sociedades cooperativas são consideradas:

Singulares, as constituídas pelo número mínimo de 20 (vinte) pessoas físicas, sendo exponencialmente permitida a admissão de pessoas jurídicas que tenham por objeto as mesmas ou correlatas atividades econômicas das pessoas físicas ou, ainda, aquelas sem fins lucrativos;

Cooperativas centrais ou federações de cooperativas, as constituídas de no mínimo, 3 (três) singulares, podendo, excepcionalmente, admitir associados individuais;

Confederações de cooperativas, as constituídas, pelo menos, de 3(três) federações de cooperativas ou cooperativas centrais, da mesma ou de diferentes modalidades.

No município do Rio de Janeiro, para legalizar uma cooperativa que se dedique à industrialização/comercialização de produtos, o custo é de aproximadamente R\$ 1.500,00. No município do Rio de Janeiro existe a isenção de taxa de licenciamento de estabelecimento, alvará, para empreendimentos localizados em comunidades (R\$ 447,57).

As cooperativas pagam impostos como: PIS (Programa de Integração Social) - 0,65% descontado do faturamento total da cooperativa, COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social)- 3% do faturamento total, INSS (Contribuição para o Instituto Nacional da Seguridade Social)- 11% da remuneração dos associados.

Os cooperados não tem vínculo empregatício com a cooperativa, os cooperados são trabalhadores autônomos que recebem de acordo com a quantidade de material coletada ou em razão da receita obtida pela cooperativa rateada em partes iguais entre seus membros.

A promulgação da Constituição Federal de 1988 liberta o movimento cooperativo do controle Estatal, de forma que o Estado deve apoiar e permitir que o cooperativismo prossiga dentro de seus valores e princípios sem interferência direta.

A cooperativa é uma forma constitucional de valorização social onde as pessoas trabalham sem relação com patrão visando uma relação com o grupo para obter melhores resultados financeiros e de qualidade de vida.

A criação de cooperativas de catadores tem como principal objetivo tirar o trabalhador que esta marginalizado da sociedade para dentro de cooperativas onde poderá conquistar um condições de trabalho mais dignas e obter também qualidade de vida. A Figura 9 aponta os fatores que influem na cooperativa como um todo e que deverá ser considerado posteriormente no modelo de análise sistêmica onde nota-se a importância de fatores como entendimento dos pontos de influencia na cadeia desde a coleta seletiva até a comercialização.



Figura 9: Fatores que influem na cooperativa como um todo. Fonte: SEBRAE, (2003).

2.10 Custos fixos e variáveis

O papel do gestor se destaca com a correta mensuração dos custos nos valores inerentes ao “custo real” com base nos métodos existentes de avaliação e destacam-se dois principais métodos de custeio: absorção e direto.

Esses métodos apresentam duas realidades distintas: a primeira, que aborda a mensuração do custo com a finalidade fiscal e de análise de processos (Custeio por Absorção); e a segunda, que sugere a mensuração e gestão do mix de produto, a mensuração da margem de contribuição de cada produto com relação à estrutura da empresa e o cálculo do ponto de equilíbrio, entre outros (Custeio Direto) CRUZ(2011)

Os custos variáveis sofrem variações de acordo com a quantidade produtiva e os custos fixos não sofrem variação direta de acordo com a quantidade produzida, podendo ainda existir mesmo que não haja produção de bem ou serviço CRUZ(2011).

Segundo CAMPOS (2009) por sua própria natureza os custos fixos existem, independentemente da produção, e não desta ou daquela unidade, e acabam presentes no mesmo montante, mesmo que oscilações dentro de certos limites ocorram no volume de produção. Assim sendo, por não dizerem respeito a este ou aquele produto, ou ainda a esta ou aquela unidade, os custos fixos geralmente são associados aos produtos por intermédio de critérios de rateio, o que na maioria dos casos contém arbitrariedades.

Dessa forma, o custo fixo por unidade, quando do uso do custeio por absorção, torna-se dependente de duas variáveis, quais sejam: do nível de utilização da planta de produção (volume de atividade atingido pela fábrica no período em questão) e do critério de rateio utilizado para distribuição dos custos fixos do período CAMPOS(2009).

No custeio direto ou variável, só os custos variáveis são alocados aos produtos. Os fixos ficam separados e são considerados como despesas do período, indo diretamente para o resultado CAMPOS(2009).

3. Metodologia

A metodologia foi dividida em duas etapas, a primeira foi à realização de questionários sócio-econômico que teve como base pesquisas bibliográficas, informações adquiridas com a diretoria das cooperativas no período das visitas de campo e também dados obtidos nas entrevistas de opinião com os cooperados. A segunda etapa foi à utilização do software de análise sistêmica

STELLA para avaliação da viabilidade econômica de criação das mesmas, utilizando dados coletados nas entrevistas.

3.1 Visitas a cooperativas / Aterro de Gramacho e aplicação de questionário ao cooperados.

O presente trabalho teve como base pesquisas bibliográficas, informações adquiridas com as diretorias das cooperativas durante as visitas de campo e também dados adquiridos nas entrevistas com os cooperados. As entrevistas contribuíram para a visualização real da interpretação dos cooperados com relação ao sistema de cooperativas em que estão inseridos.

Em outubro de 2011 foi realizada uma visita ao aterro metropolitano de Jardim Gramacho, para avaliar as condições de trabalho as quais aproximadamente 1.700 catadores de material reciclável estavam submetidos reflexo das condições as quais grande parte do país também se encontra.

Três cooperativas foram visitadas em pontos distintos da cidade do Rio de Janeiro durante o período de março a julho de 2012.

As cooperativas foram nomeadas como: Cooperativa A, Cooperativa B, Cooperativa C.

Na Tabela 5 observa-se os valores médios do número de cooperados para cada cooperativa, atentando ao fato de que algumas cooperativas não têm o seu número de cooperados fixos, uma vez que algumas dessas cooperativas não possuem infraestrutura para a coleta e triagem dentro da mesma.

Tabela 5: Número médio de cooperados por Cooperativa entrevistada.

	Número de cooperados
Cooperativa A	Variável
Cooperativa B	50
Cooperativa C	30

Chegou ao número total de cooperados entrevistados de 24 cooperados durante o período de estudo.

O período de aquisição dos dados do questionário adotado neste estudo foi de janeiro a agosto de 2012 e coincide também com o período de encerramento do aterro sanitário de Jardim Gramacho, em Junho de 2012.

Com a finalidade de qualificar as variáveis do projeto em questão (estrutura familiar, escolaridade; aspecto econômico: renda familiar, poder de compra; consciência ecológica de modo geral) aplicou-se uma pesquisa de opinião a todos os cooperados das cooperativas estudadas.

O fator sócio-econômico foi avaliado utilizando como base os resultados do questionário aplicado através das informações de: renda familiar, melhora na qualidade de vida, que são atreladas ao fator econômico dos cooperados assim delineando-se o perfil dos cooperados.

O questionário sócio-econômico e de consciência ambiental aplicado na cooperativa foi composto por perguntas objetivas, as quais estão apresentadas na Figura10:

1) Data de nascimento:...../...../.....	9 a 10 anos ()
2) Sexo: ()M ()F	Mais de 10 anos ()
3) Grau de escolaridade.	10) Esta satisfeito em fazer parte de uma sistema de cooperativa/associação?
() Analfabeto () Fundamental incompleto () Fundamental completo	() Muito satisfeito
() Médio incompleto () Médio completo () técnico profissional	() Satisfeito
qual?:.....	() Indiferente
.....	() Insatisfeito
() Superior incompleto () Superior completo	11) Trabalha com coleta seletiva fora do horário de trabalho na cooperativa?
4) Estado civil.	() SIM
() Solteiro (a) () Casado (a) () Divorciado (a)	() NÃO
() Desquitado () Viúvo (a)	12) Em quais locais coleta?
Outro:.....	() Aterro
5) Número de pessoas na casa.....	() Rua
6) Renda mensal com a atividade em cooperativa/ associação(mais ou menos)	() Lixão
() Até R\$260,00 () De R\$261,00 a R\$622,00	13) Já trabalhava com coleta de material reciclável antes de fazer parte de uma cooperativa?
() De R\$600,00 a R\$700,00 () De R\$700,00 a R\$800,00 () De R\$800,00 a R\$900,00 () De R\$900,00 a R\$1500,00	() Sim. Onde?
7) Quantas horas você dedica ao trabalho com a cooperativa?	() Não
() 1 a 3 horas	14) Em que local, realizava a coleta?
() 3 a 5 horas	() Lixão
() 5 a 6 horas	() Aterro
() 6 a 7 horas	() Rua
() 8 horas	15) Você considera o processo de reciclável importante para o meio ambiente?
() mais de 8 horas.	() Sim
8) Tem casa própria?	() Não
() Sim () Não	16) Fazer parte de uma cooperativa teve importância significativa em relação a sua qualidade de vida?
9) Há quanto tempo você recolhe material reciclável?	() Sim
Menos de 1 ano ()	() Não
1 a 2 anos ()	
2 a 3 anos ()	
4 a 5 anos ()	
5 a 7 anos ()	
7 a 8 anos ()	

Figura 10: : Questionário sócio-econômico aplicado aos cooperados das cooperativas de material reciclável.

3.2 O software STELLA e a modelagem e simulação dinâmica

Existem três tipos de ferramentas de modelagem computacional: as qualitativas, semiquantitativas e quantitativas. As ferramentas qualitativas se destinam ao desenvolvimento de modelos sem a necessidade da utilização de equações matemáticas ou determinação de valores quantitativos às variáveis em estudo (FIGURELLI, 2007).

O software de análise dinâmica STELLA® Versão 8.0 (Structural Thinking Experimental Learning Laboratory with Animation), é para um pacote de simulação usando modelagem computacional muito utilizado na área de dinâmica de sistemas de sistemas baseado em ícones, é uma ferramenta que usa equações diferenciais representadas como fluxos e estoques. Este software tem sido muito utilizado para a compreensão de dinâmica populacional e os fluxos econômicos (RIZZO, 2005).

O Software STELLA é uma ferramenta quantitativa de modelagem pois trabalha fortemente com conceitos de taxas e níveis entre as variáveis do sistema dinâmico em estudo, mostrando o comportamento do sistema no tempo. A utilização dos três sistemas de modelagem em conjunto, de forma didático-evolutiva mostra-se bastante promissor no desenvolvimento de modelos mentais (para compreensão, análise e pesquisa) (CONSTANZA *et al.*, 2002).

A modelagem de sistemas dinâmicos com STELLA permite a inclusão de dados verídicos e comportamentos bastante próximos dos padrões esperados de sistemas reais, ao invés de fazer uso de diagramas causais para modelar sistemas utiliza diagramas provenientes dos diagramas e que são chamados de diagramas de fluxo (VEIGA, 2006; FIGURELLI, 2007).

Segundo KURTZ (2002), o software STELLA® por reconhecer a distinção entre estoques e fluxos esse programa fornece uma referencial mais rigoroso do que o diagrama causal, para vincular estrutura a comportamento dinâmico.

O programa trabalha basicamente com dois elementos, estoques e fluxos que facilita a visualização e análise das equações que são criadas como resultado da manipulação dos ícones. As características essenciais do sistema são definidos em termos de unidades (estado variáveis), os fluxos

(dentro e fora das variáveis de estado), variáveis auxiliares (outra algébrica ou gráfica relações ou parâmetros fixos), e informações fluxos, RIZZO (2006).

Os estoques representam uma unidade de equilíbrio que muda com cada passo de tempo; fluxos representam uma mudança positiva ou negativa de fluxo; conversores representam os parâmetros de entrada e setas representam matemática relações entre os elementos.

Matematicamente, o sistema é orientado para a formulação de modelos como sistemas de equações diferenciais e que são resolvidas numericamente como equações de diferenças. STELLA® representa os parâmetros(A), fluxos (B), conexões entre os ícones (C) e estoques (D),esses ícones estão representados na Figura 11:

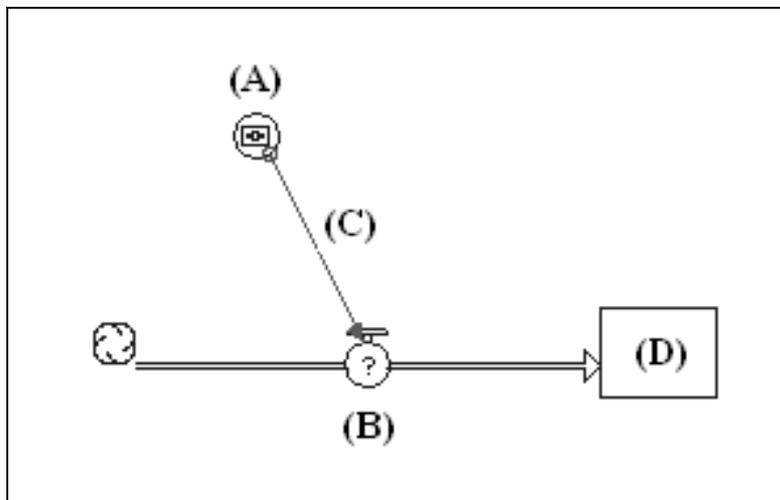


Figura 11: Variáveis representadas por ícones: parâmetros (A), fluxos (B), conexões entre os ícones (C) e estoques (D).

As equações são facilmente acessadas clicando sobre os ícones ou manualmente alterando as relações matemáticas no editor de equações.

Tabelas e equações podem rapidamente ser exportados como arquivos de texto para ser usado em outro software programas.

O software STELLA® foi uma das primeiras ferramentas modelagem dinâmica sistêmica a alcançar um amplo reconhecimento e utilização, devido em grande parte à sua interface gráfica amigável tem sido utilizada em diversas áreas, tanto como um software de auxílio ao apoio a decisões gerencias, quanto na modelagem de sistemas ecológicos tais como o clássico modelo predador-presa, padrões de crescimento populacional, aprendizagem de

educação ambiental (VEIGA, 2006; CONSTANZA, R., VOINOV, A., 2001; KURTZ DOS SANTOS, A.C., XAVIER, F.G., 2003).

Gráficos simples e recursos de tabela permitem ao usuário uma visualização fácil e um método quantitativo para verificar valores de saída. Três métodos de integrações numéricas estão disponíveis no software STELLA: Euler, Runge-Kutta 2 e Runge-Kutta 4, como apresentado na Tabela 6, RIZZO (2006).

Os sistemas complexos são expostos através da utilização de diferentes ícones descritivos, com linhas de fluxo que indicam interações entre os parâmetros. Para os modelos de fluxo e estoque (STELLA, Madonna, GoldSim), o uso do STELLA apresenta as vantagens com relação aos outros softwares, como possuir grande facilidade para uso em comparação Matlab, Simulink, GoldSim e Madonna, em ordem decrescente de facilidade de uso e também de poder computacional, como pode ser visto na Figura 11 (RIZZO *et al*, 2006).

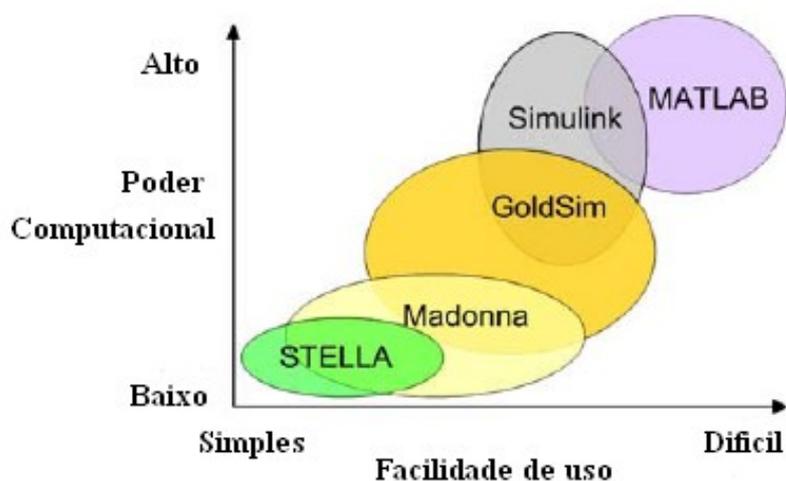


Figura 12: Relação entre poder computacional e facilidade de uso (RIZZO, 2006).

Tabela 6: Comparação entre cinco modelos de software com relação a preço (U\$) e método de integração.

Pacote Software	Custo (U\$)	Método de Integração
Matlab V.7		
Versão do estudante	99	Euler, Gear, Runge-Kutta,

Preço Acadêmico	500	Rosenbrock, Manual
Versão Comercial	1900	
STELLA V.8.1		
Versão do estudante	129	Euler, Runge-Kutta
Preço Acadêmico	649	
Versão Comercial	1899	
Berkeley Madonna V.8.0		
Versão do estudante	99	Euler, Runge-Kutta, Rosenbrock, Manual
Preço Acadêmico	N/A	
Versão Comercial	299	
GoldSim Pro. V.9		
Versão do estudante	Grátis	Euler
Preço Acadêmico	950	
Versão Comercial	3950	
Simulink V.6.1		
Versão do estudante	99	Euler, Gear, Runge-Kutta, Rosenbrock, Manual
Preço Acadêmico	500	
Versão Comercial	2800	

A Figura 12 e a Tabela 6, demonstram a importância e aplicabilidade do software para o caso em estudo, uma vez que esse apresenta maior facilidade de uso comparado aos demais e também um custo de investimento para compra do software entre os menores praticados para compra de software comercial.

O software STELLA, cria automaticamente uma série de equações dependendo da relação entre as variáveis do sistema construído pelo usuário.

Stella[®] é apropriado para trabalhos com educação porque permite um tipo diferenciado de aprendizagem: a construção de entendimento. Uma das filosofias educativas utilizadas pelas propostas que se apoiam no software é a de que não se pode memorizar compreensão mas que esta deve ser

construída. É com esse conceito que o software trabalha. A construção do entendimento através da modelagem e da simulação de sistemas reais (VEIGA, 2006).

Ao se expressar-se no Stella[®], através de modelos de simulação de situações reais, o indivíduo consegue visualizar de maneira sistêmica a realidade ao redor e estudar padrões de comportamento que este modelo poderá apresentar conforme a simulação de suas variáveis. Com base nestas simulações há uma auxílio para a tomada de decisão sobre quais políticas seriam mais adequadas para se atingir um comportamento desejado para certo sistema dinâmico (VEIGA, 2006).

Variáveis relevantes para a construção do modelo

3.2.1.1 Preço do material reciclável

A simulação foi realizada a partir da consideração de três cenários distintos, para avaliar a influencia da sazonalidade em relação a quantidade de material reciclável produzida em determinadas épocas comemorativas, variou-se cada um dos 8 (oito) materiais recicláveis em torno do preço médio praticado no Brasil (R\$/ton). Os cenários são nomeados como, Cenários 1, 2, 3, apresentados na Tabela 7.

- ✓ Cenário 1: Maior preço praticado para todos os materiais recicláveis de acordo com a Tabela 4;
- ✓ Cenário 2: Menor preço praticado para todos os materiais recicláveis de acordo com a Tabela 4;
- ✓ Cenário 3: Preços praticados na revenda de material reciclável da cooperativa B, cujos dados obtidos com o setor administrativo da cooperativa, Figura 7.

Tabela 7: Cenários escolhidos para a simulação no software STELLA.

R\$/ toneladas									
	Papel Branco	Papelão	Latinha Alumínio	Vidro	Plástico Rígido	Plástico Filme	PET	Latas	Tetrapak
CENÁRIO	784	370	3100	260	1300	1350	1770	370	409

1									
CENÁRIO 2	100	100	1800	30	50	290	350	130	90
CENÁRIO 3	450	160	2000	170	400	300	1200	170	150

3.2.1.2 Quantidade de material reciclável

A Figura 14, apresenta a variação aplicada em torno dos valores médios de quantidade em toneladas, obtidos a partir da Figura 13 que apresenta a quantidade média de 8 (oito) materiais recicláveis obtidos a partir de dados da administração da Cooperativa B. A cooperativa B recolhe em média 150 toneladas de material por mês.

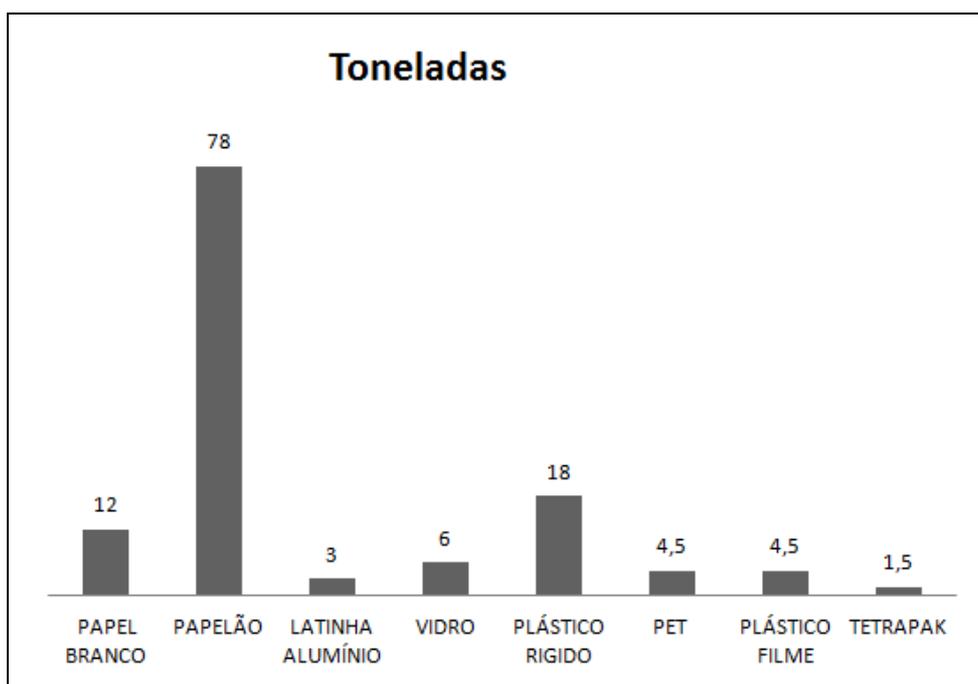


Figura 13: Quantidade média de 8 (oito) materiais recicláveis recolhida na Cooperativa B (tonelada/mês).

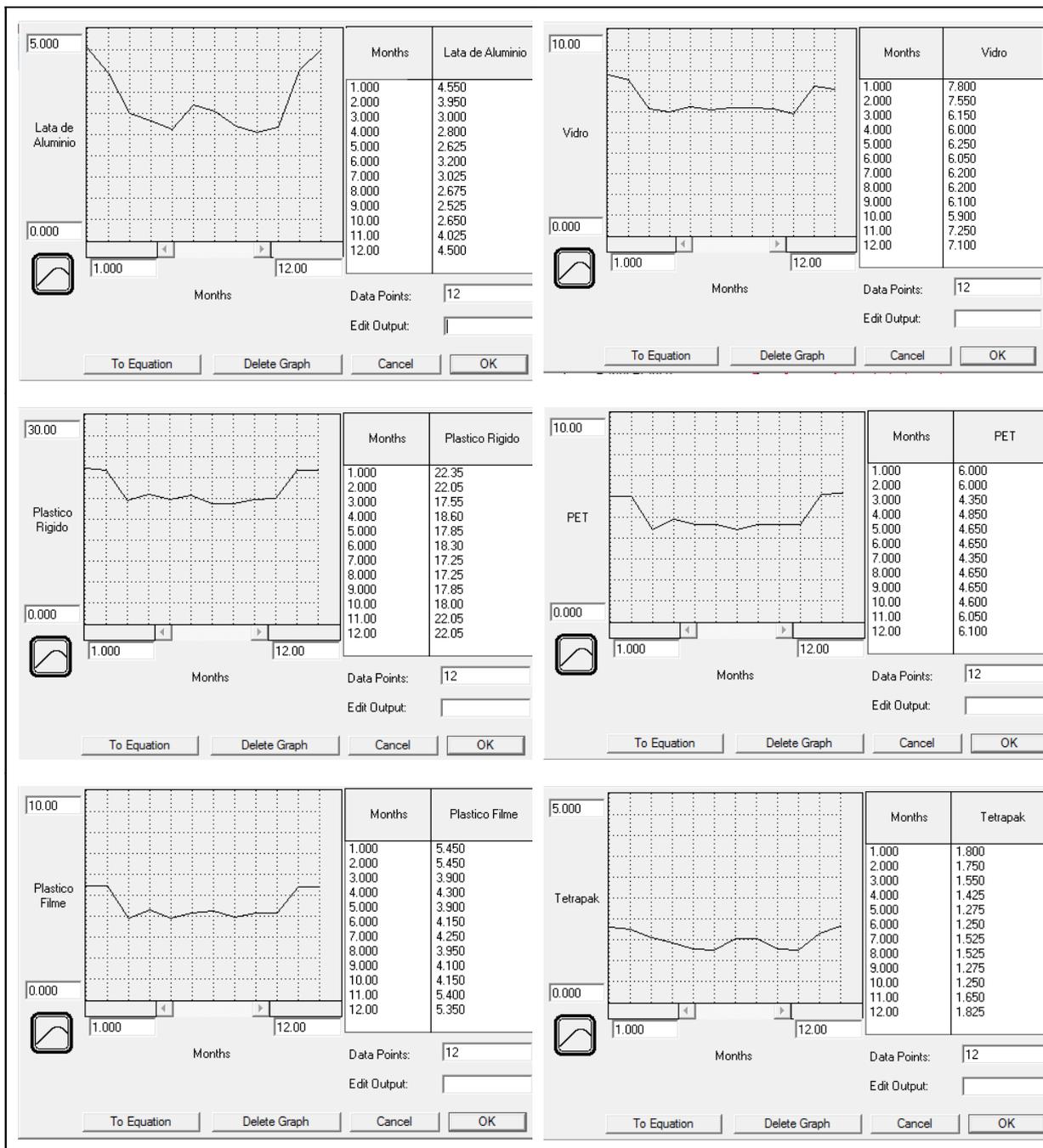


Figura 14: Variação quantidade de material reciclável recolhido em 12 meses.

3.2.1.3 Custos Fixos e Variáveis

Os custos fixos não sofrem variação direta de acordo com a quantidade produzida, podendo ainda existir mesmo que não haja produção de bem ou serviço (CRUZ E SOUZA, 2009).

a) Como variáveis de entrada do modelo foi definido como custo fixo:

- i. Aluguel do Barracão
- ii. Contador

- iii. Energia Elétrica
 - iv. Legalização Cooperativa
 - v. Materiais de Higiene e Limpeza
 - vi. Material de Escrito
 - vii. Salario do Administrador
 - viii. Salario do Prensador
 - ix. Taxa de Agua e Esgoto
 - x. Telefone
 - xi. IPTU
 - xii. Legalização da cooperativa
- b) Custos Variáveis:

Materiais de Embalagem

4.Resultados e discussão

4.1 Avaliação social do sistema de gestão resultado das visitas ao aterro de gramacho e cooperativas a partir de questionário sócio-econômico aplicado aos Cooperados.

Entre as três cooperativas de material reciclável visitadas, pode-se observar a existência de dois tipos de sistemas diferentes adotados: o primeiro tipo se caracteriza por uma Cooperativa Sem Sistema de Gestão (CSSG) e a segunda se caracteriza como Cooperativa Com Sistema de Gestão (CCSG).

Devido a não permanência dos cooperados na Cooperativa A as entrevistas utilizando o questionário foram feitas apenas nas cooperativas B e C, os resultados das entrevistas estão apresentados nas Figuras 18 a 22.

A Figura 15 apresenta a Cooperativa A, onde é possível observar que devido a falta de estrutura física como galpão coberto e de equipamentos como um caminhão para coleta de grande quantidade de material reciclável Figura 15(A) e prensas hidráulicas, são significativamente influentes, uma vez que a capacidade e quantidade de material reciclável recolhida esta diretamente relacionada a estrutura da cooperativa.

A coleta é feita por carroceiros, Figura 15(D) durante o dia nas ruas, é sendo então esse material levado para o galpão cooperativa ao final do dia Figura 15(B), não havendo assim uma estimativa média de material recolhido mensalmente. Segundo o coordenador da cooperativa que pode ser caracterizada como CSSG, a média de ganho dos catadores com o material reciclável varia entre R\$ 300,00 e R\$400,00 mensais.

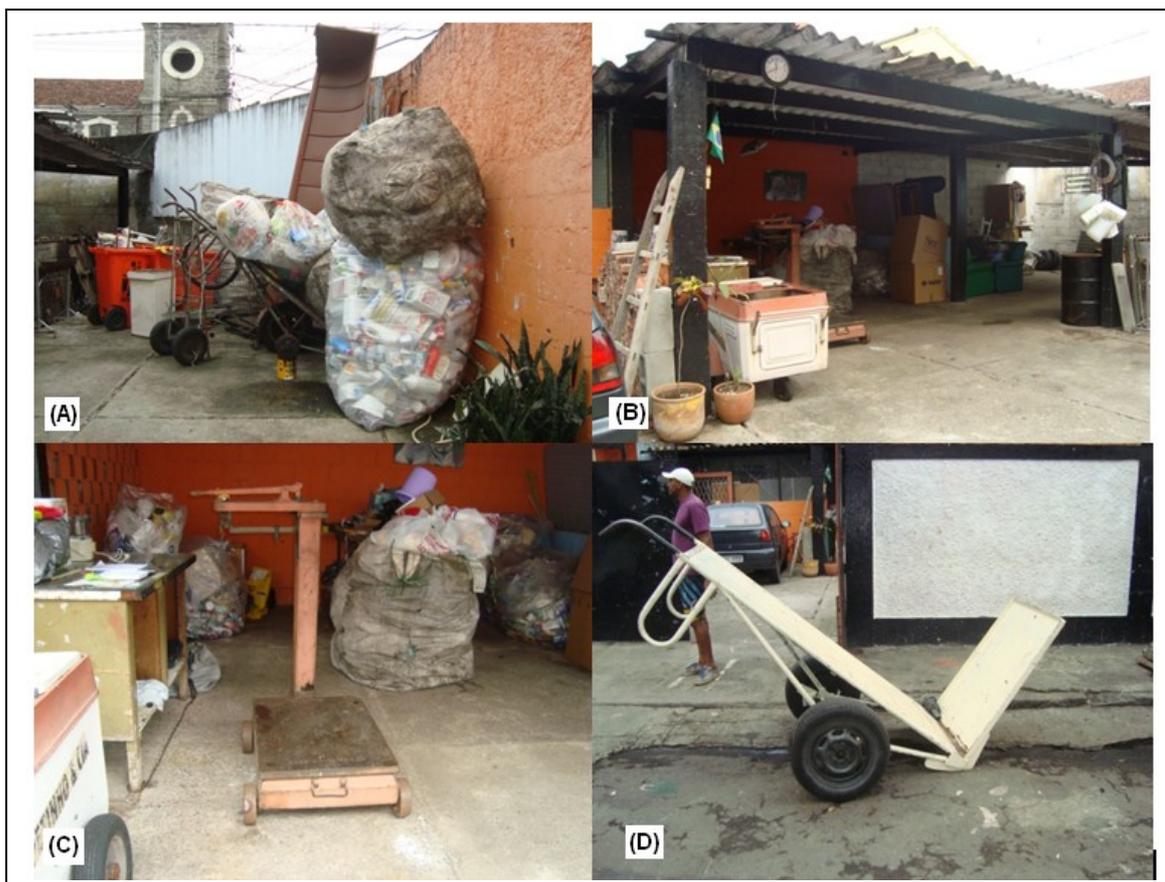


Figura 15: : (A) Material reciclável acumulado; (B) Estrutura física; (C) Balança; (D) Carroça utilizada na coleta de material.

A Cooperativa B, Figura 16, proporciona melhores condições de trabalho e maior renda para seus cooperados. Observou-se a aplicação de metodologias de gestão para todo o processo produtivo da cooperativa e na capacitação de todos os catadores envolvidos no processo.

A usina, um centro de triagem de resíduos sólidos recicláveis urbanos, foi criada visando melhores condições e eficiência do trabalho do catador. Localizada no bairro carioca do Santo Cristo, a Cooperativa B, tem como cogestor o Instituto Doe Seu Lixo. A previsão da cooperativa é de que em

2012, a usina produza sua capacidade máxima de 600 toneladas ao mês. Em Junho de 2012 a usina captava por mês aproximadamente 150 toneladas.

O centro de triagem também recebe material proveniente do programa LIGHT RECICLA, que é um projeto piloto sustentável de geração de renda, que consiste na troca de material reciclável por desconto na conta de energia elétrica, o bônus adquirido pelo morador é convertido em desconto em sua conta de luz ou é doado a instituições sociais cadastradas no projeto.



Figura 16: (A) Recepção de material reciclável em caminhões; (B) Galpão e estrutura física; (C) Balança; (D) Material reciclável prensado.

A cooperativa B possui uma boa estrutura física e logística, é possível observar, Figura 16(A) a recepção de material reciclável que é trazido por caminhões onde ocorre uma pré-triagem, dentro da estrutura do galpão 16 (B) é possível observar presença de prensa que suporta até 400 kg, esteira de triagem e a separação de material em bags, o material é pesado em balança

para grandes quantidades observado na Figura 16 (C), sendo esta importante para controlar os fluxos de entrada e saída dos materiais recicláveis, podendo ser utilizada como forma de avaliação da participação dos cooperados e na medição da gravimetria do lixo. Após a pesagem o material é prensado, conforme ilustrado na Figura 16(D), a prensagem do material agrega valor uma vez que otimiza os espaços dentro das cooperativas e facilita o transporte dos fardos até a sua venda.

A cooperativa B pode ser vista como uma CCSG, devido a sua infraestrutura e também a presença de ferramentas de gestão, observa-se a associação com bancos (para recolhimento de papel), companhia de luz (oferece abatimento na conta de luz em troca de material reciclável) e outros, fazendo assim com que a capacidade coletada seja crescente.

A Figura 17 apresenta a estrutura da Cooperativa C é um empreendimento autogestionário que atua na área de coleta, triagem e reciclagem de resíduos sólidos, caracterizando a mesma como CCSG. Para a estruturação da cooperativa e capacitação para a autogestão do empreendimento foi fundamental a inclusão no processo de incubagem da ITCP/COPPE-UFRJ, em de março de 2003.



Figura 17: : (A) Área de deposição de óleo armazenado; (B) Material Reciclável; (C) Galpão de triagem de material eletrônico; (D) Triagem de material reciclagem por cooperados.

A cooperativa faz a coleta de óleo vegetal figura 17(A), para o Programa de Reaproveitamento de Óleo Vegetal Usado (Prove), programa do governo do estado do Rio de Janeiro.

A cooperativa C funciona dentro do espaço de uma antiga fábrica com amplo espaço físico para armazenagem de material reciclável (Figura 17(B)). Também faz a coleta de eletrônicos e desmontagem dos mesmos para revenda das peças para indústrias de reciclagem, mostrado na Figura 17(C). Na figura citada anteriormente observa-se os trabalhadores na triagem dentro da cooperativa, fato esse que corrobora para uma relação direta entre infraestrutura e sistema de gestão em aumento da capacidade de recolher material reciclável da cooperativa.

Com base na interpretação dos resultados que são apresentados nas Figuras 18 a 22, respostas ao questionário aplicado pode-se obter o perfil dos cooperados das cooperativas B e C.

Sexo

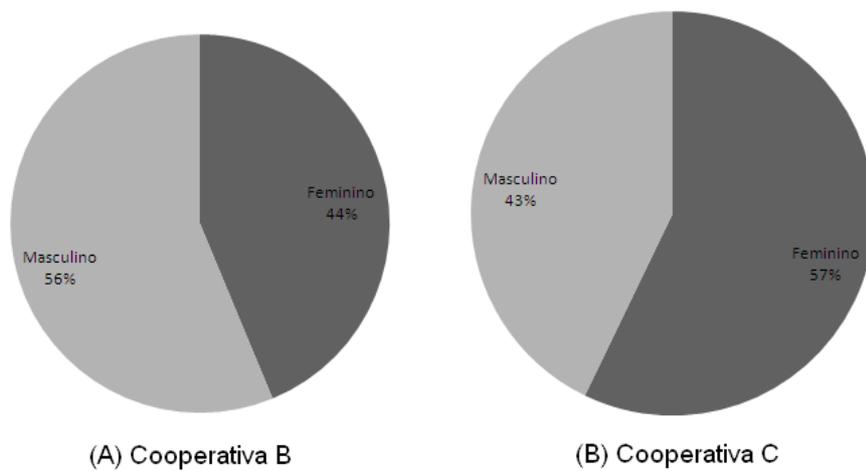


Figura 18: Sexo dos cooperados: (A) Cooperativa B; (B) Cooperativa C.

Quando se observa a Figura 18, verifica-se que há um equilíbrio de ambos os sexos nas Cooperativas B e C, apontando para uma possibilidade de ingresso nesse sistema de ambos os sexos.

Esta satisfeito em fazer parte de um sistema de cooperativa/associação

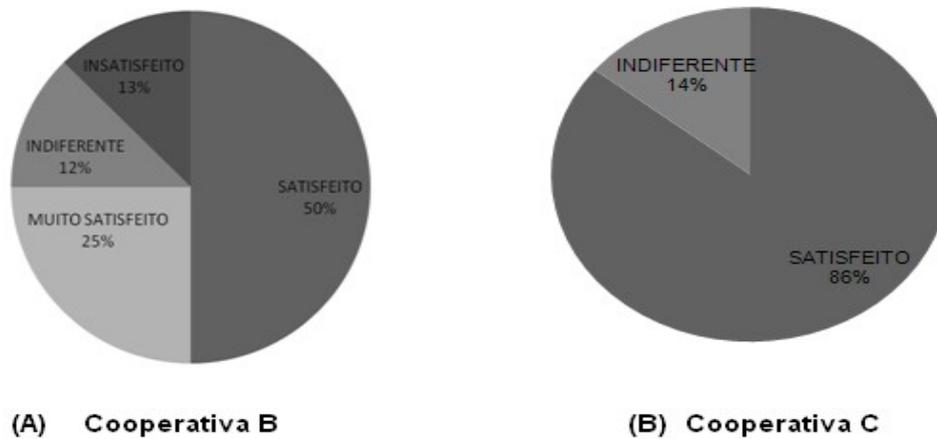


Figura 19: Satisfação em fazer parte de uma cooperativa: (A) Cooperativa B; (B) Cooperativa C.

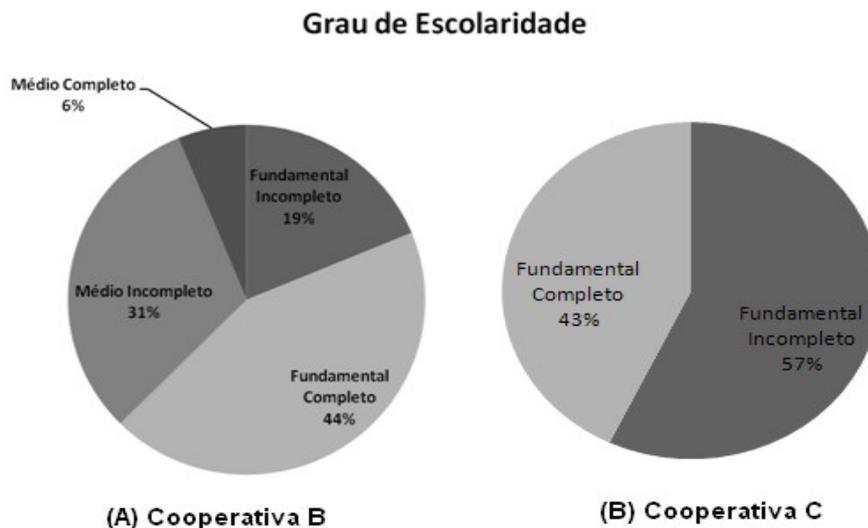


Figura 20: Grau de escolaridade: (A) Cooperativa B; (B) Cooperativa C.

Com relação a satisfação em fazer parte de um sistema de cooperativa, ambas as cooperativas apresentaram alto nível de satisfação, acima de 50%, o que evidencia o sucesso de cooperativas com sistema de gestão, Figura 19.

De acordo com a Figura 20(A) e 20(B) a escolaridade mais evidente entre os cooperados da cooperativa B e C 43% - 44% tem o ensino fundamental completo.

Na cooperativa B, Figura 20(A) existe uma distribuição entre os níveis de escolaridade 33% com ensino médio incompleto, 19% fundamental incompleto e 6% ensino médio completo. Quando se analisada com a relação ao ensino fundamental incompleto as cooperativa B e C apresentam um perfil muito diferente 19% e 57% respectivamente, fato esse que pode estar associado a uma melhor capacitação dos cooperados da cooperativa B o que pode estar influenciando positivamente no sucesso da mesma.

Todos os entrevistados que responderam ao questionário, disseram que já haviam ouvido falar em coleta seletiva e de reciclagem e que consideravam o processo de reciclagem importante para a conservação do meio ambiente, o que revela uma consciência ambiental e valorização do trabalho efetuado.

Fazer parte de uma cooperativa teve importancia significativa na sua qualidade de vida?

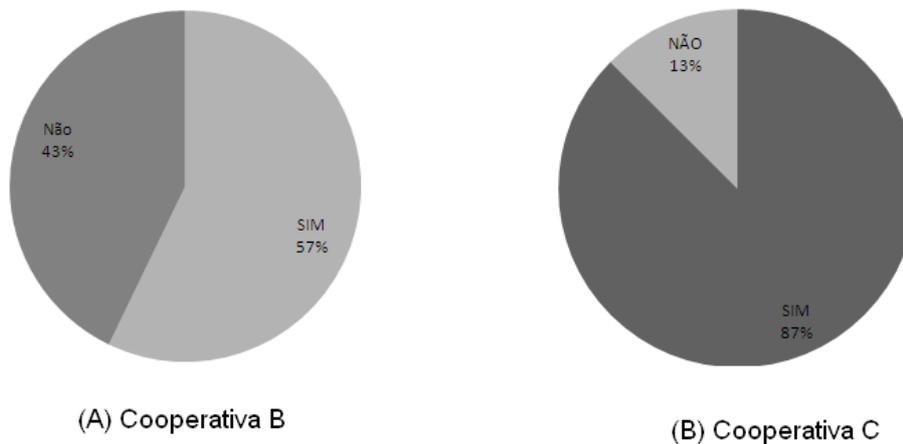


Figura 21: Importância da cooperativa em melhorar a qualidade de vida: (A) Cooperativa B; (B) Cooperativa C.

Na Figura 21 os aspectos econômicos são evidenciados pela melhoria da qualidade de vida uma vez que nas duas cooperativas observa-se uma melhora na qualidade de vida sendo mais fortemente evidenciada na cooperativa C, 87% do total de entrevistados.

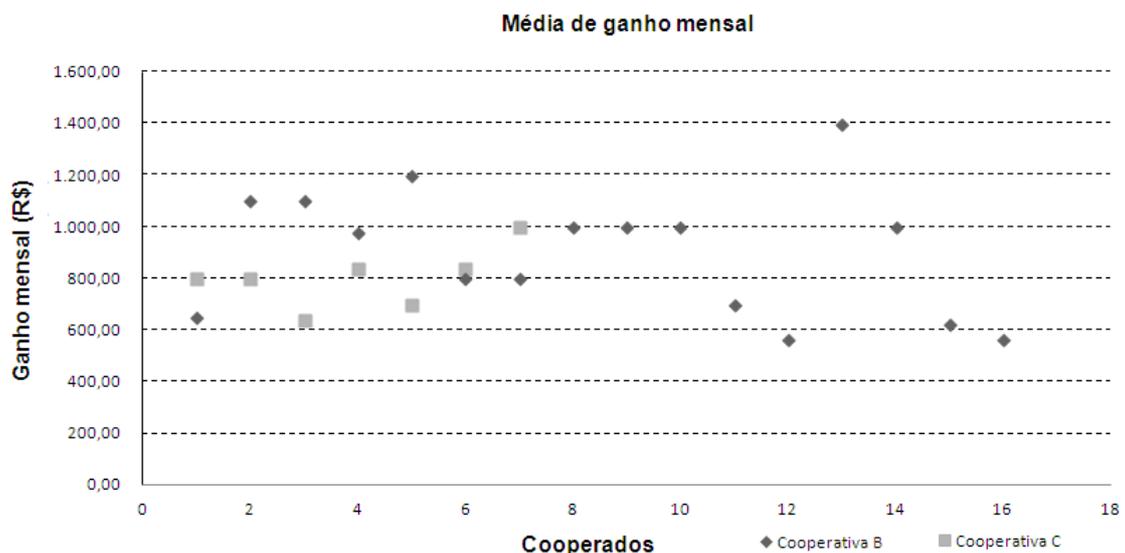


Figura 22: Ganho mensal dos cooperados com o trabalho nas cooperativas B e C.

De acordo com a Figura 22, uma comparação salarial entre as cooperativas B e C foi estabelecida. A cooperativa B tem um uma cota média mensal por cooperado de aproximadamente R\$ 1.200,00 enquanto a cooperativa C tem cota média é de R\$ 800,00, a superioridade na cota da cooperativa B esta relacionada a uma maior capacidade de captação de material reciclável da

cooperativa B. Entretanto as duas cooperativas apresentam valores mensais superiores ao salário mínimo nacional aplicado em 2012 que é de R\$ 622,00.

Como a receita esta diretamente relacionada ao preço e a quantidade vendida observa-se que quanto maior a receita, maior será a cota para os cooperados, ou seja, o aumento da quantidade de material reciclável e o preço praticado pelo material, estão diretamente relacionados, para tanto deve-se evitar os intermediários para que não haja queda na receita.

De acordo com KASHIWAGURA (2007), o monopólio dos sucateiros também é um grande problema. Isso impossibilita que os catadores tenham opções de preços e de materiais que poderiam coletar. Esses sucateiros demonstram uma grande resistência em fornecer informações e temem sempre a concorrência.

Segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), as cooperativas existentes absorvem apenas 10% dos catadores, destas cooperativas observa-se a existência de cooperativas que contam com equipamentos adequados, as de médias eficiências e as de baixa eficiência. O estudo aponta que 60% dessas organizações estão nos graus mais baixos de eficiência. A renda média dessa categoria de trabalhadores, aproximada, fica abaixo do salário mínimo, entre R\$ 420 e R\$ 520, o que comparado as cooperativas em estudo neste trabalho estão em condições de menor eficiência.

4.2 Resultados da simulação do Software Stella

A avaliação do desenvolvimento de uma cooperativa de catadores de material reciclável está representado no modelo apresentado na Figura 23.

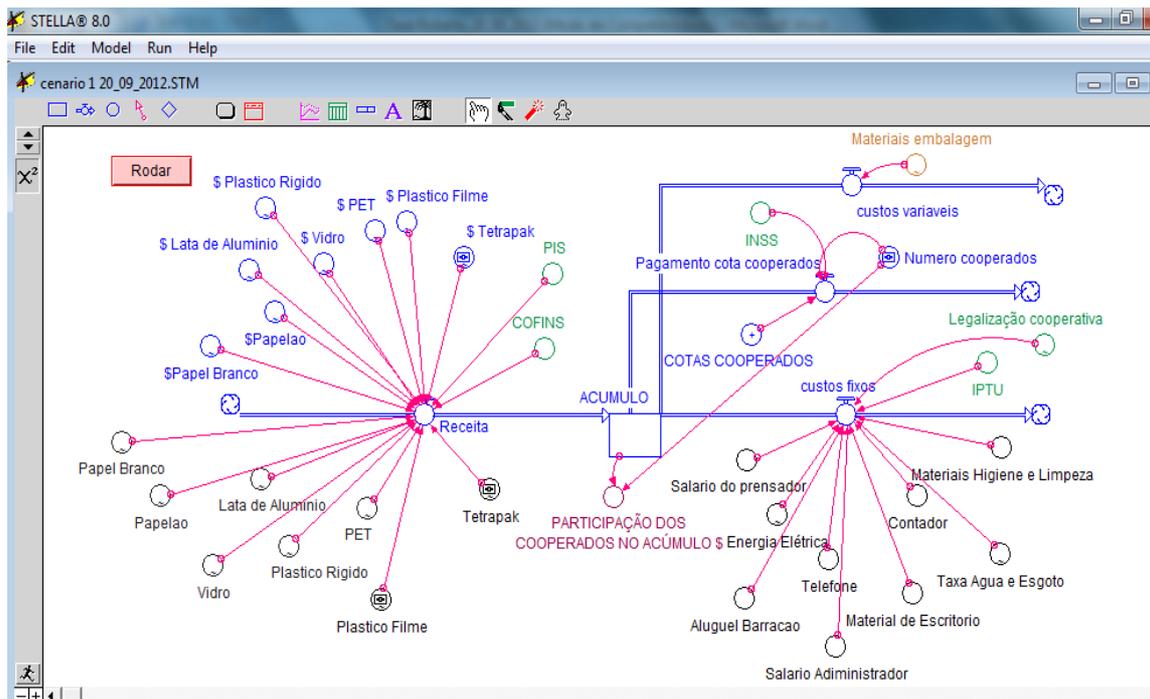


Figura 23: Modelo do sistema de gestão de cooperativa de catadores de resíduos sólidos desenvolvido em ambiente de modelagem computacional STELLA®.

4.2.1 Resultado da aplicação dos Cenários ao modelo proposto.

a) CENÁRIO 1:

Utilizou-se para a simulação do cenário 1 o número mínimo de 20 Cooperados, valor considerado mínimo para criação de uma cooperativa, até 80 cooperados, os resultados das simulações estão apresentados nas Figuras 24 até a Figura 31.

Para as simulações do cenário 1 utilizou-se os seguintes parâmetros:

Preço do material reciclado (R\$/ toneladas): Papel branco (784), Papelão (370), Lata de Alumínio (3100), Vidro (260), Plástico Rígido (1300), Plástico Filme (1350), PET(1770), Tetrapak (409).

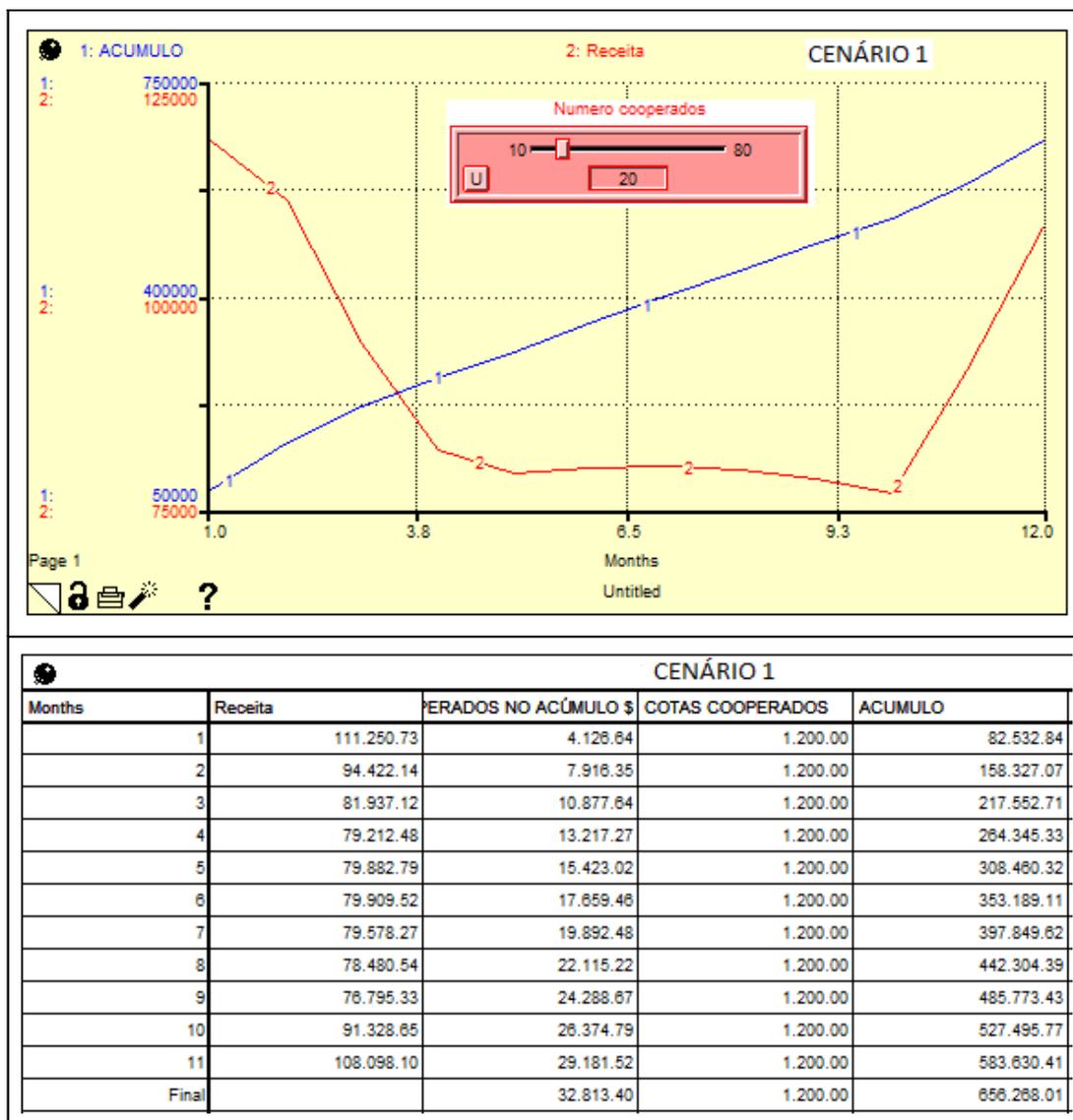
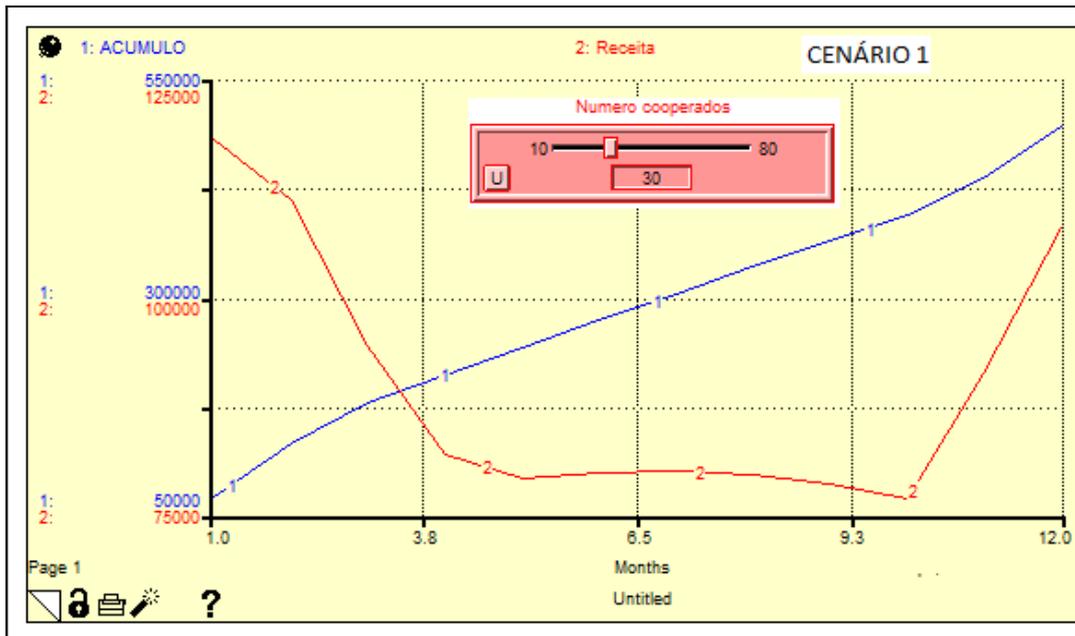


Figura 24: Resultado da simulação do Cenário 1 usando como entrada 20 Cooperados.



CENÁRIO 1					
Months	Receita	ERADOS NO ACÚMULO \$	COTAS COOPERADOS	ACUMULO	
1	111.250.73	2.307.09	1.200.00	69.212.84	
2	94.422.14	4.389.57	1.200.00	131.687.07	
3	81.937.12	5.919.76	1.200.00	177.592.71	
4	79.212.48	7.035.51	1.200.00	211.065.33	
5	79.882.79	8.062.01	1.200.00	241.860.32	
6	79.909.52	9.108.97	1.200.00	273.269.11	
7	79.578.27	10.153.65	1.200.00	304.609.62	
8	78.480.54	11.191.48	1.200.00	335.744.39	
9	76.795.33	12.196.45	1.200.00	365.893.43	
10	91.328.65	13.143.19	1.200.00	394.295.77	
11	108.098.10	14.570.35	1.200.00	437.110.41	
Final		16.547.60	1.200.00	496.428.01	

Figura 25: Resultado da simulação do Cenário 1 usando como entrada 30 Cooperados.

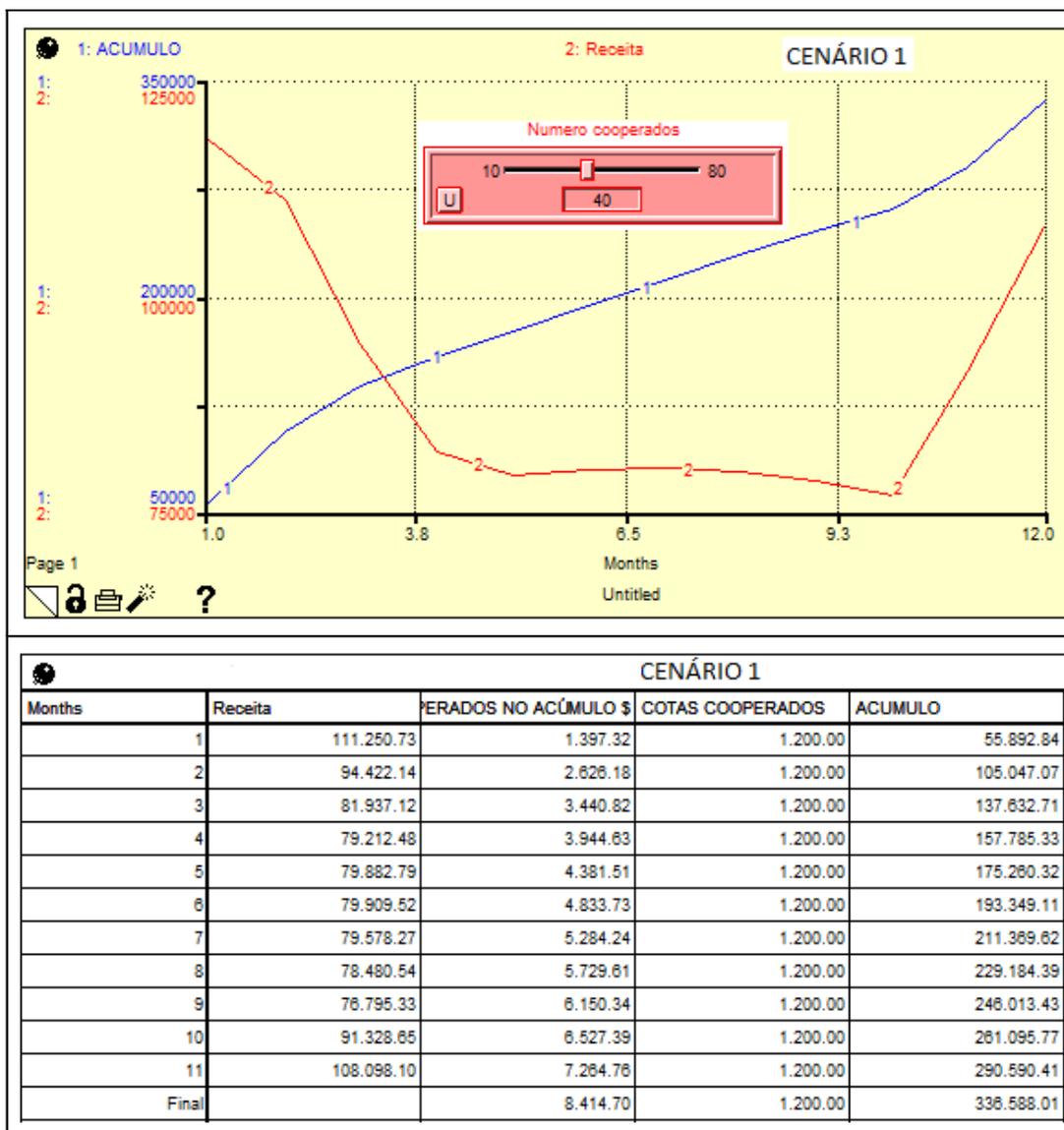


Figura 26: Resultado da simulação do Cenário 1 usando como entrada 40 Cooperados.

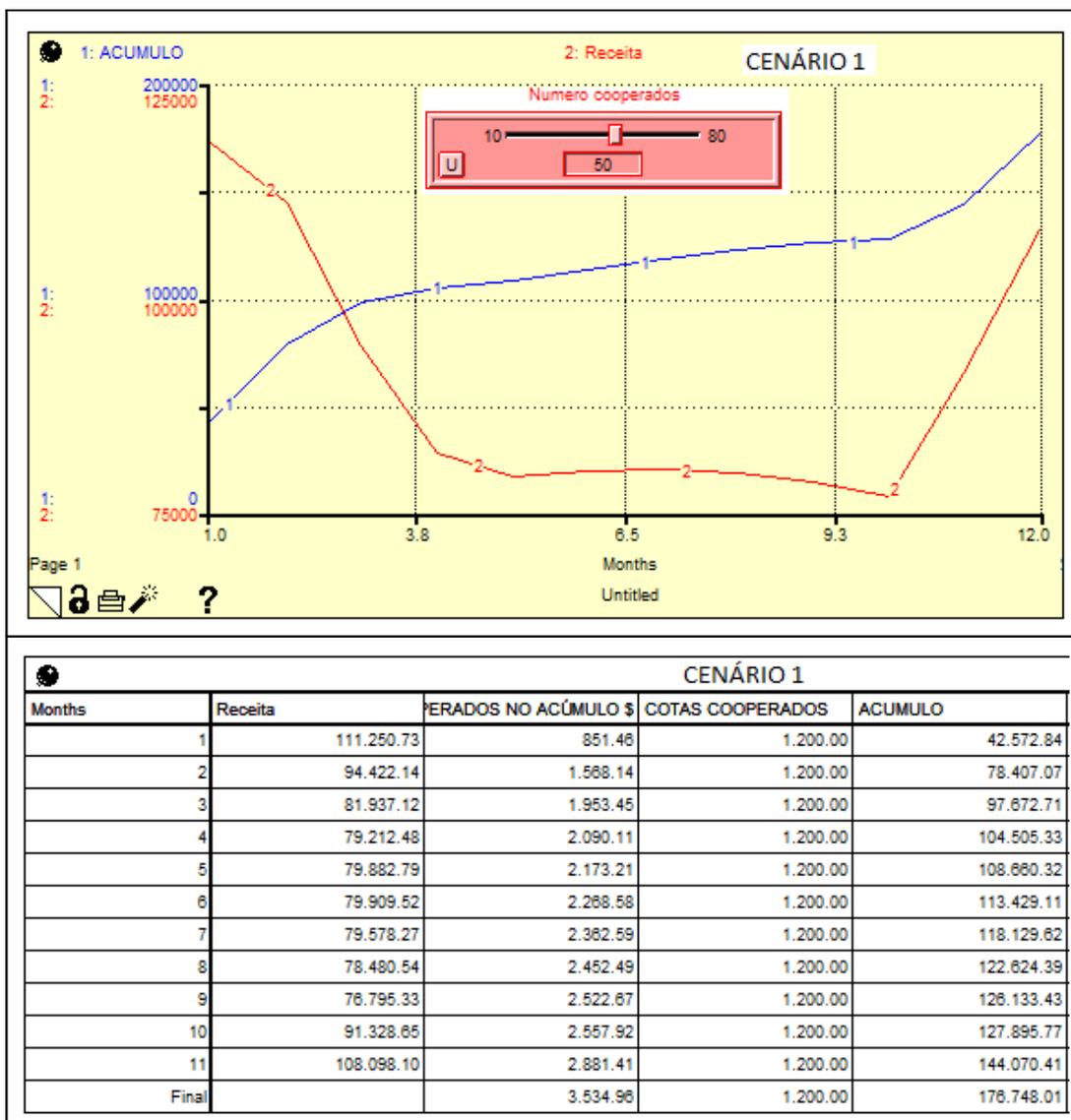


Figura 27: Resultado da simulação do Cenário 1 usando como entrada 50 Cooperados.

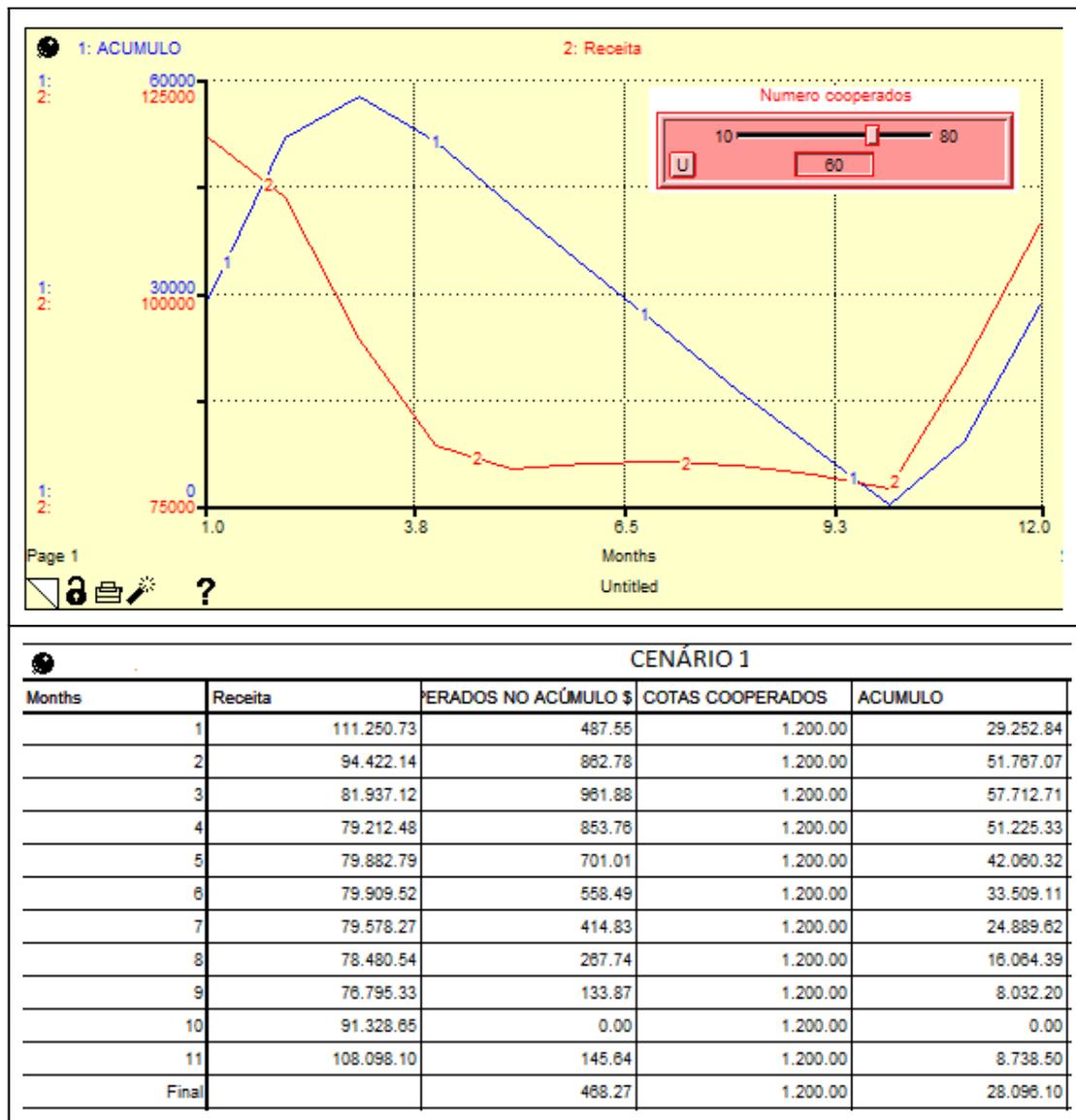


Figura 28: Resultado da simulação do Cenário 1 usando como entrada 60 Cooperados.

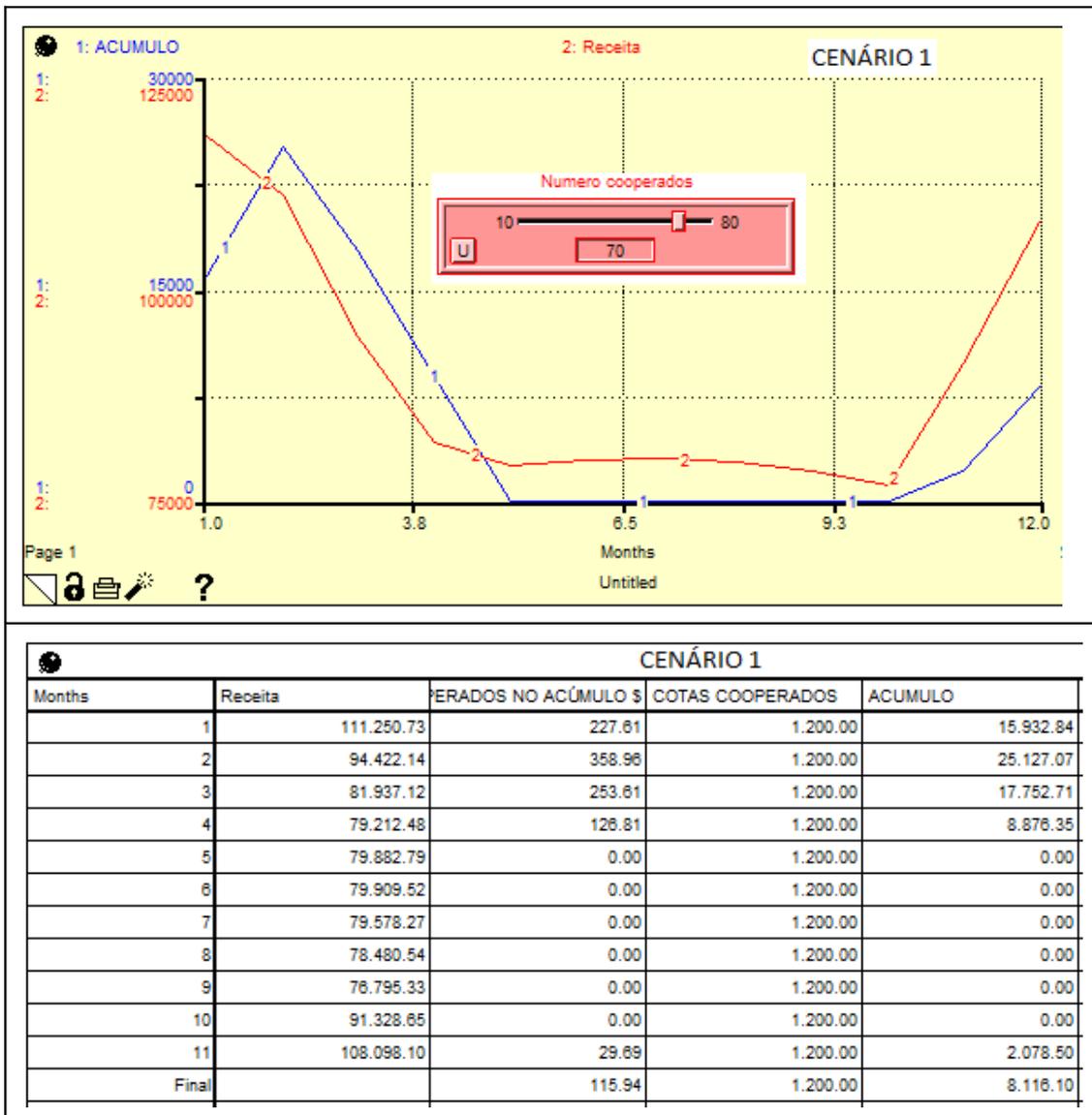
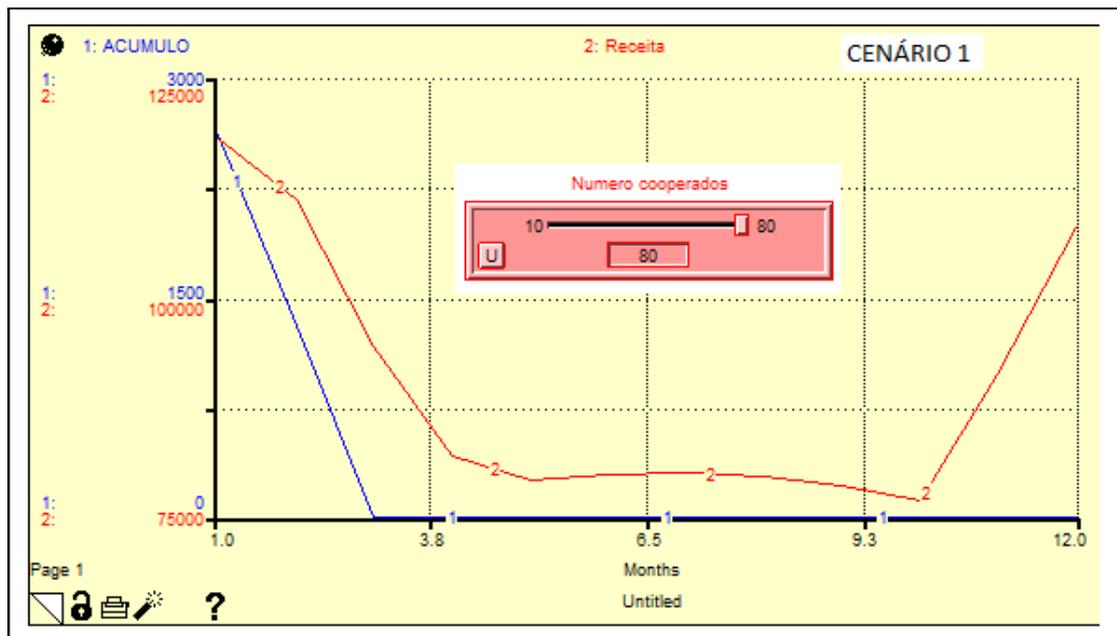


Figura 29: Resultado da simulação do Cenário 1 usando como entrada 70 Cooperados.



CENÁRIO 1				
Months	Receita	ERADOS NO ACÚMULO \$	COTAS COOPERADOS	ACUMULO
1	111.250.73	32.66	1.200.00	2.612.84
2	94.422.14	16.33	1.200.00	1.306.42
3	81.937.12	0.00	1.200.00	0.00
4	79.212.48	0.00	1.200.00	0.00
5	79.882.79	0.00	1.200.00	0.00
6	79.909.52	0.00	1.200.00	0.00
7	79.578.27	0.00	1.200.00	0.00
8	78.480.54	0.00	1.200.00	0.00
9	76.795.33	0.00	1.200.00	0.00
10	91.328.65	0.00	1.200.00	0.00
11	108.098.10	0.00	1.200.00	0.00
Final		0.00	1.200.00	0.00

Figura 30: Resultado da simulação do Cenário 1 usando como entrada 80 Cooperados.

b) CENÁRIO 2:

Para avaliação das condições do CENÁRIO 2 serão apresentadas a simulação apenas para a menor quantidade de cooperados, uma vez que nessas condições não foi possível manter as condições para pagamento de cota dos cooperados, como explicitado na Figura 31.

Para as simulações do cenário 2 utilizou-se as os seguintes parâmetros:

Preço do material reciclado (R\$/ toneladas): Papel branco (100), Papelão (100), Latinha de Alumínio (1800), Vidro (30), Plástico Rígido (50), Plástico Filme (290), PET(1200), Tetrapak (150).

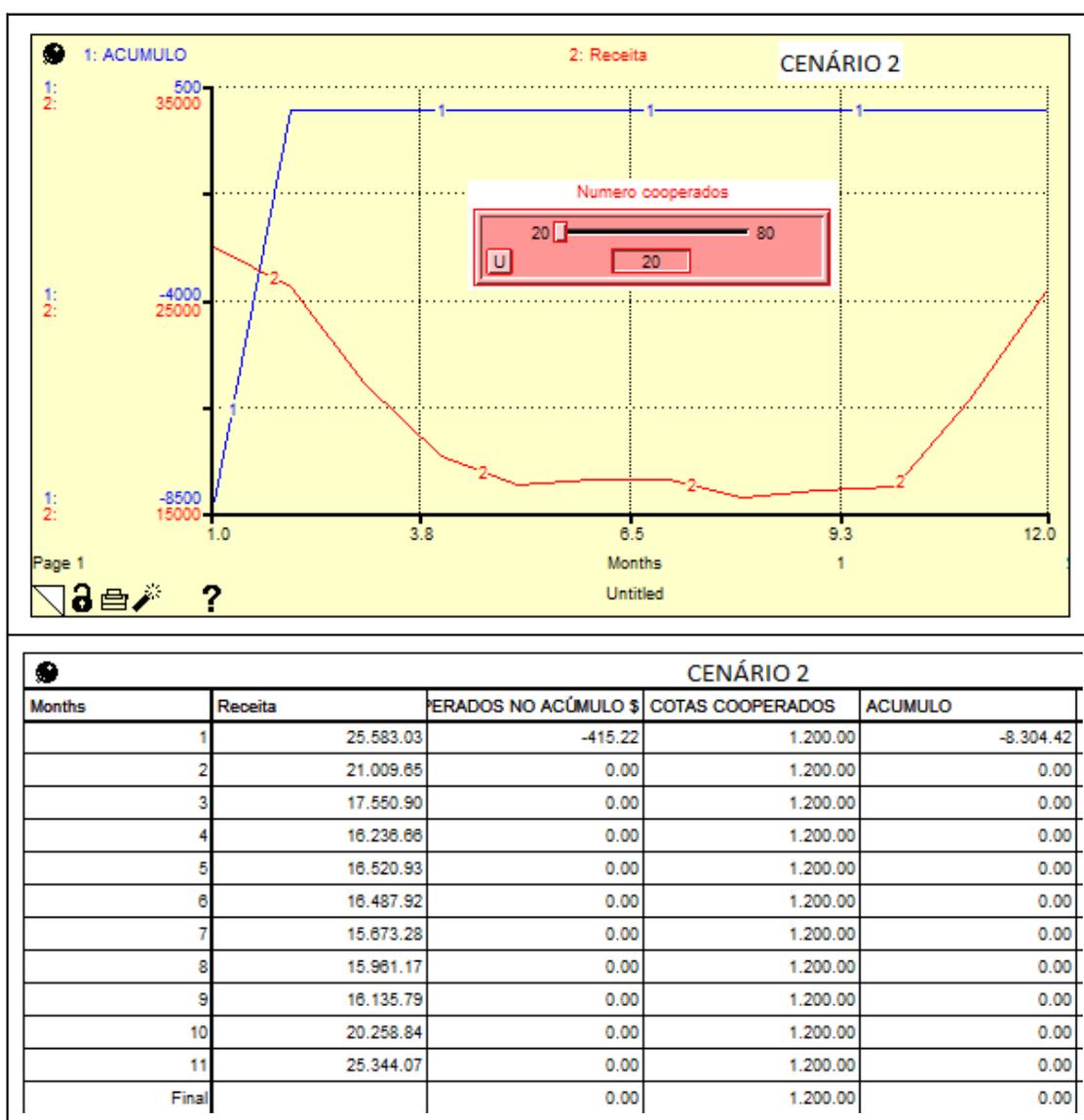


Figura 31: Resultado da simulação do Cenário 2 usando como entrada 20 Cooperados.

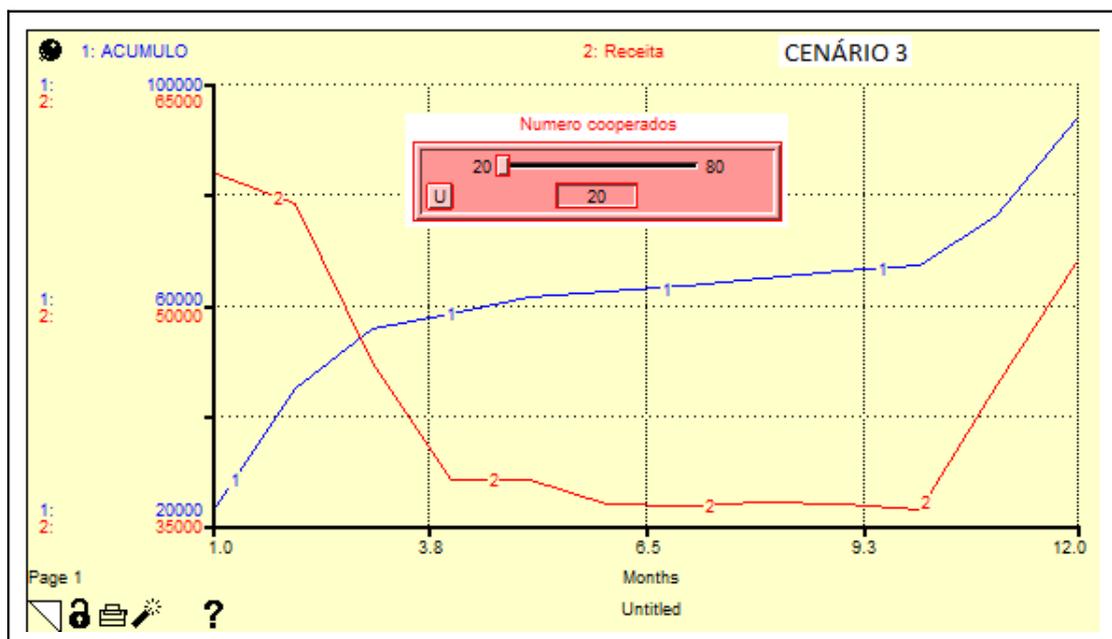
O cenário 2 não obteve resultados satisfatórios com relação ao que se propunha, uma vez que não houve como manter os cooperados com a cota de R\$ 1.200,00 de acordo com a Figura 30, sendo importante ressaltar que esse Cenário, teve como variáveis de entrada os menores preços praticados no país para cada reciclável, mais uma vez nota-se a importância do preço do material reciclado no sucesso da cooperativa.

CENÁRIO 3:

Para as simulações do cenário 3 utilizou-se as os seguintes parâmetros:

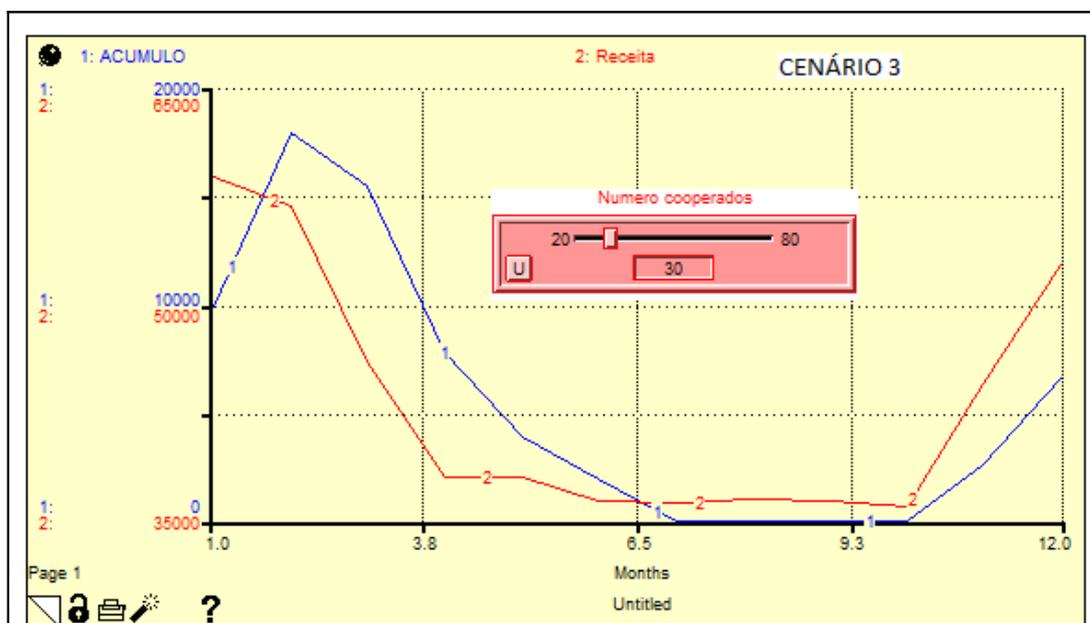
Preço do material reciclado (R\$/ toneladas): Papel branco (450), Papelão (160), Latinha de Alumínio (2000), Vidro (170), Plástico Rígido (400), Plástico Filme (300), PET(1200), Tetrapak (150).

O resultado do Cenário 3 esta apresentado nas Figuras 32 a 34, pode-se observar que nessas condições de modelagem, há absorção de no máximo 30 cooperados de acordo com a Figura 34 uma vez que nessa condição não há acúmulo para que haja o pagamento da cotas dos cooperados, nota-se entretanto que é possível a obtenção de sucesso da cooperativa e condições satisfatórias aos seus cooperados em condições de uma cooperativa com sistema de gestão.



CENÁRIO 3					
Months	Receita	OPERADOS NO ACÚMULO \$	COTAS COOPERADOS	ACUMULO	
1	56.871.23	1.160.28	1.200.00	23.205.64	
2	46.032.14	2.231.02	1.200.00	44.620.37	
3	38.040.73	2.772.80	1.200.00	55.456.01	
4	37.935.51	2.917.61	1.200.00	58.352.23	
5	36.296.60	3.059.51	1.200.00	61.190.25	
6	36.226.11	3.116.64	1.200.00	62.332.85	
7	36.417.73	3.165.50	1.200.00	63.309.96	
8	36.397.28	3.230.21	1.200.00	64.604.19	
9	35.996.11	3.299.50	1.200.00	65.989.97	
10	44.463.68	3.345.65	1.200.00	66.913.08	
11	52.817.54	3.809.14	1.200.00	76.182.74	
Final		4.676.99	1.200.00	93.539.78	

Figura 32: Resultado da simulação do Cenário 2 usando como entrada 20 Cooperados.



CENÁRIO 3					
Months	Receita	OPERADOS NO ACÚMULO \$	COTAS COOPERADOS	ACUMULO	
1	56.871.23	329.52	1.200.00	9.885.64	
2	46.032.14	599.35	1.200.00	17.980.37	
3	38.040.73	516.53	1.200.00	15.496.01	
4	37.935.51	258.27	1.200.00	7.748.00	
5	36.296.60	129.13	1.200.00	3.874.00	
6	36.226.11	64.57	1.200.00	1.937.00	
7	36.417.73	0.00	1.200.00	0.00	
8	36.397.28	0.00	1.200.00	0.00	
9	35.996.11	0.00	1.200.00	0.00	
10	44.463.68	0.00	1.200.00	0.00	
11	52.817.54	85.94	1.200.00	2.578.14	
Final		220.51	1.200.00	6.615.18	

Figura 33: Resultado da simulação do Cenário 3 usando como entrada 30 Cooperados.

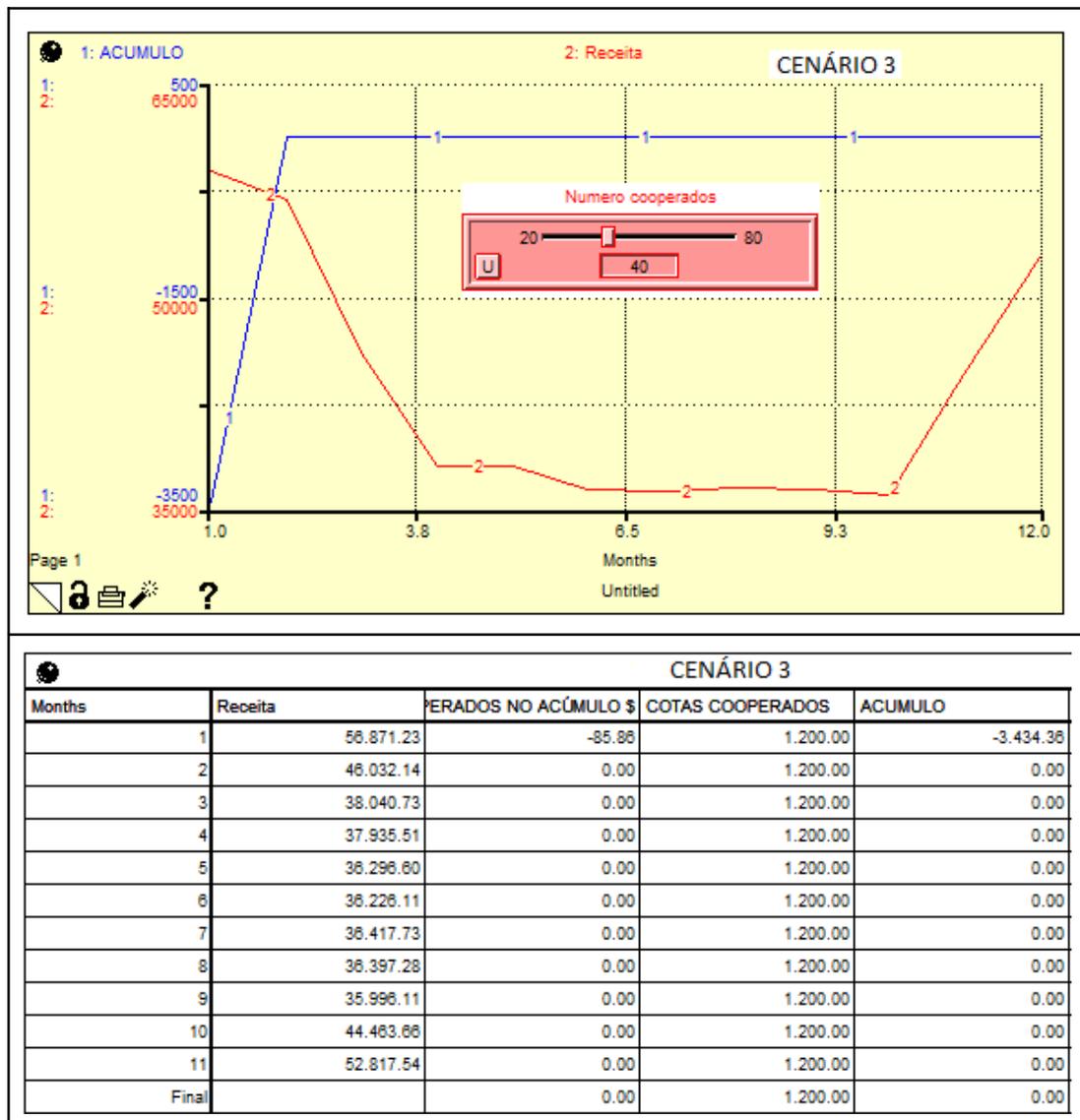


Figura 34:Resultado da simulação do Cenário 3 usando como entrada 40 Cooperados.

5.Conclusões

O Brasil tem prejuízo de R\$ 8 bilhões ao ano por enterrar ou despejar em lixões: embalagens, plásticos e metais que podem ser reciclados e voltar à

produção industrial, logo é possível concluir que os investimentos em coleta de materiais recicláveis se pagam sob o ponto de vista ambiental, social e econômico apontando na direção da criação de cooperativas como absorvedor dos catadores, retirando os mesmos do mercado informal e da exclusão social.

A criação de cooperativas com sistema de gestão, podem trazer a seus cooperados e aos catadores que ainda não participam desse sistema, uma alternativa eficiente para a inclusão social.

O presente trabalho demonstrou que a metodologia de dinâmica de sistemas se constitui como ferramenta importante para avaliação em sistemas de gestão de cooperativas, observa-se que o modelo se mostrou sensível a variações nas variáveis de entrada, fazendo assim com que o gestor possa compreender o sistema como o todo e auxiliar de acordo com cada perfil regional e de logística a quantidade de cooperados que podem ser absorvidas.

O Software utilizado se mostrou uma ferramenta importante para o entendimento do problema como um todo e também para analisar a viabilidade econômica de uma cooperativa.

O Cenário 1 apresenta o cenário com melhores condições para o crescimento da quantidade de cooperados, chegando a 70 cooperados, uma vez que esse possuía os melhores preços para cada material reciclável, evidenciando a importância da criação de um sistema de logística e recolhimento adequado de material reciclado para que se possa vender os mesmos com um maior valor de revenda para as indústrias de reciclagem.

O cenário 2 não obteve resultados satisfatórios com relação ao que se propunha uma vez que não houve como manter os cooperados com a cota de R\$ 1.200,00, é importante ressaltar que esse Cenário, teve como variáveis de entrada os menores preços praticados no país para cada reciclável, mais uma vez nota-se a importância do preço do material reciclado no sucesso da cooperativa.

O cenário 3 é possível notar que nessa situação há absorção de no máximo 30 cooperados, mostrando que é possível a obtenção de sucesso da cooperativa e condições satisfatórias aos seus cooperados em condições de uma cooperativa com sistema de gestão.

Dentre as conclusões do trabalho percebe-se que se faz necessário algumas medidas para que a implementação de cooperativas tenham sucesso, como:

- ✓ Treinamento e capacitação dos cooperados;
- ✓ Incentivos à complementação de escolaridade dos cooperados;
- ✓ Ampliação da rota de coleta de lixo para bairros próximos a região de abrangência da cooperativa e associação com empresas e associações apoiadas pela Nova Lei de Resíduos Sólidos, que favorece a logística reversa.
- ✓ Implementação de sistema de gestão no sistema da cooperativa, fato que se mostra substancialmente influente no sucesso e aumento de renda dos cooperados.
- ✓ Intervenção para a eliminação dos intermediários na cadeia de reciclagem.
- ✓ Incentivo a educação ambiental tanto aos cooperados quanto a sociedade em geral, diminuindo as perdas durante o processo de reciclagem e aumenta a eficiência da mesma, diminuindo assim também a quantidade de material reciclável que segue aos aterros e que também diminuem a vida útil do mesmo.

Os catadores de recicláveis do extinto Aterro Metropolitano de Jardim Gramacho assim como os trabalhadores de tantos outros lixões ainda existentes no Brasil, aproximadamente 50% do lixo ainda é destinado a lixões, vivem em sua grande maioria em condições de trabalho subumanas e a criação de cooperativas, pode ser uma das alternativas para que os mesmos obtenham melhores condições de trabalho, o reconhecimento social como trabalhadores e principalmente a inclusão social.

6.Referências Bibliográficas

AGOSTINO, F. D.R. Estudo da sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários da bacia hidrográfica dos rios Mogi-Guaçú e Pardo através da análise emergética / Feni Dalano Roosevelt Agostinho. -- Campinas,2009.

ALVES, M.E. Lixões muito além de Gramacho. Jornal O Globo, 28 maio de 2012.

ALENCAR, E., CURTI, L., DAFLON, R. Sem sistema estruturado, grupo de 4 mil pessoas sustenta a reciclagem no Rio. Jornal O Globo, 20 março de 2012.

Disponível em: <http://oglobo.globo.com/rio/sem-sistema-estruturado-grupo-de-4-mil-pessoas-sustenta-reciclagem-no-rio-4358096#ixzz26mFFW56y>.

ANDRADE, A. L. PENSAMENTO SISTÊMICO: UM ROTEIRO BÁSICO PARA PERCEBER AS ESTRUTURAS DA REALIDADE ORGANIZACIONAL, REAd – Edição 05 Vol. 3 N°. 1, 1997.

ANDRADE, D.C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica, Leituras de Economia Política, Campinas, (14): 1-31, ago.-dez. 2008.

AVINA, Reciclagem sustentável e solidária (2012). Disponível em: <http://www.cataacao.org.br/wp-content/uploads/2010/07/Reciclagem-Sustent%C3%A1vel-e-Solid%C3%A1ria.pdf>. Acesso: 16/06/2012

BARBOSA, G.S. O DESAFIO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, Revista Visões 4ª Edição, N°4, Volume 1 - Jan/Jun, 2008.

BRASÍLIA. p. 7976- 7990, 2008. Disponível em: http://www.conpedi.org.br/manaus/arquivos/anais/brasil/09_504.pdf. Acesso em:13 agosto 2012.

BRASIL. Lei 5764/71, de 16 de dezembro de 1971. Base da Legislação Federal do Brasil, Brasília, DF. 1971

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. São Paulo: Saraiva, 2004.

BRASIL, lei no. 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1024358/politica-nacional-de-residuos-solidos-lei-12305-10>. Acesso em: 05 de abril de 2012.

CARVALHO, M.S., ROSA, L.P., BUFONI, A.L., FERREIRA, A.C.S. The issue of sustainability and disclosure. A case study of selective garbage collection by the Urban Cleaning Service of the city of Rio de Janeiro, Brazil-COMLURB. 2011

CONSTANZA, R., VOINOV, A. Modeling ecological and economic systems with STELLA: Part III. Ecol. Model. 143(1-2), 1-7, 2001.

CAMPOS, G. R. GESTÃO DE CUSTOS DE PRODUÇÃO: A PRÁTICA DAS COOPERATIVAS AGROPECUÁRIAS PARANAENSES. Rev. Ciênc. Empres. UNIPAR, Umuarama, v. 10, n. 2, p. 225-240, jul./dez. 2009.

CRUZ, J.A.W. *et al.* A Classificação dos Custos Fixos e Variáveis por Meio de Regressão Múltipla: Estudo de Caso em uma Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Curitiba – PR. Pensar Contábil, Rio de Janeiro, v. 13, n. 50, p. 5 - 13, jan./abr. 2011

DIAS, S. M. Lixo e Cidadania: os impactos da política de resíduos sólidos de Belo Horizonte no mundo do trabalho do catador da ASMARE. XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais, Ouro Preto, Minas Gerais, 2002.

DORNELAS, J.C.A. Transformando ideias em negócios. 2º Ed.- Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

FIGURELLI, A. Utilização da modelagem para análise da relação entre turismo e educação ambiental. Revista didática Sistemica, vol. 6, 2007.

FLORIANO, E. P. POLÍTICAS DE GESTÃO AMBIENTAL, 3ed. Santa Maria: UFSM-DCF, 2007

GOMES, L. C. M. A Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Jardim Gramacho – COOPERGRAMACHO: uma nova identidade social a partir do trabalho cooperativo. Anais do XVII Congresso Nacional do CONPEDI.

GONÇALVES-DIAS, S.L.F. XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro, RJ, 2010.

IKUTA, F. A. Resíduos sólidos urbanos no Pontal do Paranapanema – SP: inovação e desafios na coleta seletiva e organização de catadores /Presidente Prudente : Tese doutorado Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente, 2010.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual de resíduos sólidos, Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos, 1989.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores de desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro. RJ. Brasil. 2010.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE divulga as estimativas populacionais dos municípios em 2011. 2011 Disponível em:
http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1961&id_pagina=1. Acesso: 10 de agosto de 2012.

IPEA- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Plano Nacional de Resíduos: diagnóstico dos resíduos urbanos, agrosilvopastoris e a questão dos catadores; 2012.

JACOBI, P. “Meio ambiente e sustentabilidade” In: Fundação Prefeito Faria Lima - Cepam. O Município no século XXI: cenários e perspectivas. São Paulo, , pp. 175-183,1999.

JANSEN,T. Catadores de lixo:atividade garante 40 mil pessoas no RJ. Jornal do Brasil, 2 de novembro 2009.

JUNIOR *et al.* Simulação da dinâmica do “jogo da cerveja” através do software de modelagem e simulação empresarial SIMADM, XIII SIMPEP – Bauru, SP,Brasil, 2006.

Disponível em: http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/275.pdf

KASHIWAGURA, J. B.; Diagnóstico dos resíduos sólidos recicláveis no município de ROSANA/SP – Uma alternativa para o desenvolvimento turístico. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rosana; 2007.

KURTZ DOS SANTOS, A.C. *et al.* Modelagem computacional utilizando STELLA: considerações teóricas e aplicações em gerenciamento, física e ecologia de sistemas. Rio grande-RS, Editora da FURG, 2002.

KURTZ DOS SANTOS, A.C.; XAVIER, F.G. A modelagem computacional, utilizando o laboratório de aprendizagem experimental com animação para o pensamento sistêmico (STELLA), em tópicos de educação ambiental. XIV Simpósio Brasileiro de informática na educação-SBIE-NCE/UFRJ, 2003.

LI Chen *et al.* Modelling and Simulation of Power Grid Engineering Project based on System Dynamics on the Background of Smart Grid. Systems Engineering Procedia. 2012

LIMA, S.F. Introdução ao conceito de sustentabilidade aplicabilidade e limites. Cadernos da Escola de Negócios. Unibrasil. Vol.4. 2006.

NURENE-Núcleo Regional Nordeste. Resíduos Sólidos: plano de gestão integrada de resíduos sólidos: guia do profissional em treinamento: nível 2. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Salvador, B.A. 2008.

PIMENTEIRA, C.A.G., Aspectos sócio-econômicos da gestão de resíduos sólidos . O subsídio dado as cooperativas de catadores na cidade do Rio de Janeiro. Monografia de Bacharelado Instituto de Economia- UFRJ. 2000.

RECESA. Otimização de rotas para veículos coletores: nível 2 / Pfeiffer, S. C; Carvalho, E. H. 35 p. il; 2009.

RODRIGUES, F. L.; CAVINATTO, V. M. Lixo: de onde vem? Para onde vai? São Paulo: Moderna; 1997.

SACHS, I. Desarrollo sustentable, bio-industrialización descentralizada y nuevas configuraciones ruralurbanas. Los casos de India y Brasil. Pensamiento Iberoamericano, Madrid, v. 46, p. 235-256, 1990. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. 2. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. 96 p.

SANTOS, A. S. P.; Aspectos técnicos e econômicos do tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário com esgoto doméstico em lagoas de estabilização. Tese de Doutorado, COPPE, Rio de Janeiro; 2010.

SANTOS, G.G.D.; Análise e perspectivas de alternativas de destinação dos resíduos sólidos urbanos: O caso da incineração e da disposição em aterros. Dissertação de Mestrado, COPPE, Rio de Janeiro; 2011.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. Guia Pedagógico do Lixo. 2 ed. São Paulo, (2001).

SICHE, R., AGOSTINHO, F., ORTEGA, E., ROMEIRO, A. ÍNDICES VERSUS INDICADORES: PRECISÕES CONCEITUAIS NA DISCUSSÃO DA SUSTENTABILIDADE DE PAÍSES. Ambiente & Sociedade, Campinas v. X, n. 2 , p. 137-148. 2007

TRIGUEIRO, A.; Mundo sustentável 2: novos rumos para um planeta em crise, 1º edição, São Paulo, Editora Globo S.A.; 2012.

VEIGA, R.C.G. Sistemas urbanos sob enfoque da educação ambiental: uma proposta utilizando o game Sim city e o programa STELLA. Tese de mestrado 2006.

