

PROPOSTA DE UM MODELO COMPUTACIONAL DE REDUÇÃO DO USO DE COPOS PLÁSTICOS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Crislei Siqueira Schuch– crislei.schuch@gmail.com

Pro-Reitoria de Recursos Humanos – Universidade Federal de Santa Maria

Glauco Oliveira Rodrigues– glaucop10@redes.ufsm.br

Programa de Pós Graduação em Administração – Universidade Federal de Santa Maria

Eugênio de Oliveira Simonetto– eosimonetto@gmail.com

Programa de Pós Graduação em Administração – Universidade Federal de Santa Maria

Marcelo Cassanta Antunes– dedeantunes@gmail.com

Programa de Pós Graduação em Administração – Universidade Federal de Santa Maria

Resumo: A discussão sobre a crise ambiental, a partir da certeza que a natureza não é fonte inesgotável de recursos materiais e energéticos tem sido alvo de preocupação de órgãos e instituições, bem como da população em geral. A crescente geração de resíduos plásticos alerta o consumidor sobre a importância do consumo consciente e seu descarte correto, considerando os impactos que eles causam sobre o meio ambiente, devido ao tempo que levam para degradar-se. Considerando que o objetivo de qualquer iniciativa de conscientização ambiental abrange a comunidade, as Instituições de Ensino Superior (IES) tem a responsabilidade de estimular posturas individuais e coletivas, através de políticas institucionais, no sentido de colaborar para o desenvolvimento sustentável da comunidade. Aliado a necessidade de conscientizar a sociedade sobre a importância de se reduzir a geração de resíduos plásticos, está a necessidade de se reduzir custos devido aos constantes cortes de recursos que as IES vem sofrendo anualmente. Tendo em vista que em uma IES da região central do estado do Rio Grande do Sul o total de recursos contingenciados de 2014 à 2017, foi de cerca de R\$ 152 milhões, este estudo buscou demonstrar a viabilidade econômica de se extinguir compra de copos plásticos, através da substituição por canecas de cerâmica, desta IES, com a finalidade tanto de redução de gastos, quanto de uso de copos plásticos. Para atender ao objetivo, foi realizada uma pesquisa baseada na dinâmica de sistemas, através do desenvolvimento de um modelo computacional, tendo por objeto de análise uma IES da região central do estado do Rio Grande do Sul. Os resultados demonstraram que o objetivo do estudo foi cumprido, na medida em que foi desenvolvido o Modelo que demonstra a quantidade de copos plásticos de café (50 ml) e água (200 ml) utilizados em uma IES e seus impactos no caso da substituição por canecas de cerâmica.

Palavras-chave: Resíduos plásticos. Copos plásticos. Instituição de Ensino. Dinâmica de Sistemas. Impacto ambiental.

1 Introdução

O acelerado processo de globalização das últimas três décadas do século XX, desencadeou uma significativa consciência da comunidade global sobre as responsabilidades com o meio ambiente. A adequação da ONU às novas exigências da comunidade global perante os riscos ambientais, trabalhistas e relacionados a direitos humanos, gerou a proposta do Pacto Global, que consiste na adoção de práticas sustentáveis de ação frente aos desdobramentos da globalização (Instituto Ethos, 2008).

Segundo o Instituto Ethos (2008), a forma como a comunidade global recebe a imagem corporativa, bem como o efeito de suas ações no cenário social, abre margem para a gestão de processos produtivos dentro das empresas, voltados para a eficiência no uso de recursos, na conservação de energia, entre outros fatores, fazendo com que as empresas adotem normas de padronização, como os chamados selos verdes e as ISOs 14.000 e 14.0001.

A primeira atitude mundial que demonstrou a preocupação em salvar o meio ambiente, foi a conferência das Nações Unidas que aconteceu na capital da Suécia, Estocolmo, em 1972. A Conferência de Estocolmo teve como objetivo conscientizar a sociedade a melhorar a relação com o meio ambiente e assim atender as necessidades da população presente sem comprometer as gerações futuras.

Em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento publicou o documento que ficou conhecido como Relatório Brundtland o qual apresenta como conceito de desenvolvimento sustentável “aquele que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (AZEVEDO, 2018).

Em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento – CNUMAD, também denominada de Rio 92, Eco-92 ou Cúpula da Terra em que se reafirmou a Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, adotada em Estocolmo em 1972. Este evento teve como objetivo reunir representantes para decidir medidas que diminuíssem a degradação ambiental e garantisse a existência de gerações futuras, resultando em acordos importantes sobre a mudança climática, biodiversidade e a criação da Agenda 21.

No ano de 2002 foi realizada a Rio+10, na África do Sul, com o objetivo de fazer um balanço dos avanços obtidos pelos países até então, além de servir para que reiterassem seu compromisso com os princípios do Desenvolvimento Sustentável.

Em 2005, o Protocolo de Kyoto entrou em vigor, acordo internacional firmado na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a mudança climática que teve como objetivo diminuir a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera e frear os impactos negativos do aquecimento global.

Em 2012, a Rio+20, no Rio de Janeiro, com os temas de Economia Verde no âmbito do desenvolvimento sustentável, a Erradicação da Pobreza e a Governança Internacional para o desenvolvimento sustentável.

Já em 2015, a COP-21 conferência do clima da ONU ou Acordo de Paris onde as Nações Unidas definiram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como parte de uma nova agenda de desenvolvimento sustentável, chamada agenda 2030, os 193 estados membros, foram unânimes em adotar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, como objetivo proteger o planeta da degradação, sobretudo por meio do consumo e da produção sustentáveis, da gestão sustentável dos seus recursos naturais e tomar medidas urgentes sobre a mudança climática, para que ele possa suportar as necessidades das gerações presentes e futuras (ONUBR, 2015).

Considerando atender ao objetivo desse trabalho, destaca-se o 12º ODS que trata de assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis e tem como meta reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.

O primeiro avanço nesse sentido no país, foi a edição da Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual tem como objetivos a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços e o incentivo à indústria da reciclagem, dentre outros. Um dos principais e mais importantes instrumentos da PNRS é o plano de resíduos sólidos, sendo uma das condições para que as prefeituras recebam recursos, financiamentos e incentivos da União para a área. Entretanto segundo o perfil dos Municípios Brasileiros do IBGE, de 2017, dos 5.570 municípios, apenas 3.053 possui o Plano e ainda destes, o plano abrange apenas o município investigado (IBGE, 2017). A região Sul é a que apresenta o maior índice de Planos, com 78,94% dos municípios.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2016, a massa total coletada no Brasil foi estimada em 58,9 milhões de toneladas, sendo que 59% são dispostas em aterros sanitários, 9,6% em aterros controlados, 10,3% em lixões e 3,4% encaminhados para unidades de triagem e de compostagem, restando então a parcela de 17,7% sem informação, a qual se refere sobretudo aos pequenos municípios até 30 mil habitantes (BRASIL, 2018a).

No Brasil, a taxa de cobertura do serviço regular de coleta regular de resíduos sólidos domiciliar em relação à população total atingiu 93,1% do total dos domicílios em 2012 e caiu para 91,5% em 2016. (BRASIL, 2018a). O índice de reciclagem mecânica¹ do plástico pós-consumo foi 19,4% em 2010 de acordo com o relatório do Instituto Socioambiental dos Plásticos (2013).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2012), apresentou os dados dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) de 2008, que foi de 58.527 t/d de materiais recicláveis e dentre estes 24.847 t/d de resíduos plásticos, entretanto, conforme Jorge (2015) foram recuperados pela coleta seletiva oficial apenas 1850 t/d de resíduos recicláveis. A autora aponta como principal problema a gestão do processo de separação dos resíduos recicláveis, tanto pela população, que devido a falta de educação ou consciência ambiental, não faz a separação, quanto pelo poder público municipal, devido a falta de estrutura das triagens o que aumenta a quantidade de rejeitos, os quais são enviados para aterros, onde permanecem por mais de 100 anos sem decomposição.

Sendo assim, enquanto a reciclagem não é efetiva, a ideia é incentivar a não utilização de copinhos plásticos ou de poliestireno, estabelecer substitutos que possam ser reutilizados em detrimento do uso de copos descartáveis. A redução do uso de copos descartáveis contribui também para a contenção de despesas, um problema que tem afetado diretamente as IES, devido aos cortes deliberados de recursos por parte do governo federal.

A Lei Orçamentária Anual (LOA), em 2017, reduziu 15% dos gastos com custeio (funcionamento das instituições, como gastos com luz, água, manutenção e serviços terceirizados) e 40% de gastos de capital (despesas com as obras de expansão e reestruturação dos prédios). A LOA de 2018, reduziu 32% do orçamento para novos investimentos em relação ao ano anterior, ou seja de 6,6 bilhões para apenas 4,52 bilhões. Na IES objeto deste estudo, o total de recursos contingenciados, de 2014 à 2017, foi de cerca de R\$ 152 milhões entre custeio e capital.

Nesse sentido, esse artigo tem por finalidade a avaliação e análise da quantidade de copos plásticos de café (50 ml) e água (200 ml) que são utilizados por uma IES da região central do estado do Rio Grande do Sul e quais seriam os impactos no caso da substituição dos copos plásticos por canecas de vidro.

O artigo está organizado da seguinte forma: Na seção 2 é apresentado o método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento do estudo. A seção 3 apresenta o referencial teórico. A seção 4 demonstra o desenvolvimento do modelo computacional. Na seção 5 são apresentados os resultados gerados pelo modelo para o experimento. As conclusões são apresentadas na seção 6 e as referências utilizadas são demonstradas na seção 7.

2 Método de Pesquisa

A metodologia utilizada neste artigo de pesquisa é baseada na dinâmica de sistemas (DS), que tem como objetivo compreender a estrutura básica de funcionamento dos sistemas e, dessa forma, antecipar o comportamento que eles produzem. A maioria dos problemas que são analisados podem ser modelizados em computador. A dinâmica de Sistema tira proveito do fato dos modelos computacionais poderem ser complexos e efetuarem cálculos impossíveis de realizar por seres humanos ou pelos seus métodos de investigação convencional

Para contemplar o objetivo deste artigo desenvolveu-se um modelo computacional utilizando as etapas geradas por Law (2015) que são as seguintes: (I) Estudos exploratórios em artigos científicos, cartilhas governamentais, relatórios técnicos e observações do ambiente em que os dados foram coletados, (II) desenvolvimento da solução, definição das variáveis e seus

¹ A Reciclagem do plástico pós-consumo doméstico é chamada reciclagem secundária ou mecânica, segundo a ISO 15270, tem por característica da matéria-prima a mistura de diferentes tipos de resinas, grau elevado de contaminação com outras substâncias (principalmente matéria orgânica) (JORGE, 2015).

relacionamentos, (III) implementação computacional da solução no software Vensim (VENTANA SYSTEMS, 2018) , (IV) verificação e avaliação (v&a) da solução mediante testes em laboratório e análise do comportamento histórico.

O modelo foi concebido, verificado e avaliado tendo por objeto de análise uma IES da região central do estado do Rio Grande do Sul, mas pode ser aplicado e estendido a outras organizações, desde que as especificidades do caso sejam adicionadas e tratadas no modelo. As etapas de desenvolvimento do modelo foram realizadas na IES pela facilidade de acesso aos dados e às pessoas que possuem conhecimento sobre o tema do estudo, logo, a escolha dessa instituição foi por conveniência. A principal justificativa para aplicação do modelo desenvolvido leva-se em conta a crise econômica presente na IES além de apresentar uma forma de gerar menos impacto ambiental no excesso do uso do plástico.

As fontes primárias foram essencialmente empreendidas através de pesquisa bibliográfica e pesquisa documental, além de entrevista realizada ao responsável pela área relacionada com o estudo.

As fontes secundárias utilizadas estão relacionadas com as informações de caráter mais genérico, tais como informações sobre a logística da compra dos copos plásticos adquiridos diretamente na IES parceira do estudo. O estudo teórico que embasa o modelo computacional será apresentada na próxima seção.

3 Referencial Teórico

O plástico é o único a possuir uma indústria recicladora, pois devido a sua complexidade, surgiu a indústria de reciclagem, responsável pela aquisição da sucata e dos resíduos para fabricação da matéria-prima reciclada. Essa indústria fabrica as novas matérias-primas que entrarão novamente no processo produtivo (ABIPLAST, 2017).

Segundo a ABIPLAST (2017) o consumo aparente de transformados plásticos, no Brasil, foi de 6,5 milhões de toneladas, em 2017, um crescimento de 4% em relação ao ano anterior.

Destaca-se a importância da reciclagem do plástico, pois a cada 1 tonelada de material plástico reciclado produzido, reduz-se a emissão de 1,53 toneladas de Gases de Efeito Estufa na atmosfera e 1,1 tonelada em média de resíduo plástico disposto em aterros; têm-se uma economia média de 75% de energia; são evitados 450 L de água na produção; gera-se empregos de 3,16 catadores que recolhem esse volume de material no mês (ABIPLAST, 2017).

Zanin e Mancini (2015) afirmam que os materiais plásticos causam no ambiente impactos cujas principais formas estão nos extremos de sua cadeia produtiva: o esgotamento de matéria-prima não renovável e o acúmulo de resíduos de difícil degradabilidade. Nesse sentido, para os autores, a ação de reciclar apresenta um significado ainda maior, como parte de um conjunto de procedimentos que visem a redução dos impactos ambientais associados a eles.

Segundo Middlecamp, et al. (2016), a reciclagem é realizada a partir da coleta do plástico e transportado para até uma instalação em que possa ser separado para uso como alguma mercadoria comercializável e após separados, os polímeros são fundidos. Segundo os autores, o polímero fundido pode ser usado diretamente na fabricação de novos produtos. O polímero misto (mistura de polímeros fundida), não é tão valioso quanto o puro, mas ainda pode ser usado para usos menos nobres, como potes plásticos, ou substitutos baratos de madeira.

“Para que uma reciclagem tenha sucesso e se sustente, alguns fatores devem estar coordenados. Eles envolvem, além de ciência e tecnologia, economia e às vezes política, especialmente em nível local. A melhor reciclagem envolve um anel fechado, em que plásticos são coletados, separados e convertidos em produtos que os consumidores compram e depois reciclam” (MIDDLECAMP et. al., 2016, p. 397).

Nesse sentido, destaca-se a ação do grupo GPA, maior empresa varejista do Brasil, e a Braskem, maior produtora de resinas termoplásticas das Américas, que através de uma

parceria pretendem reciclar 60 toneladas de plástico por ano para produzir as novas embalagens do tiramanchas Qualitá, marca exclusiva comercializada nas redes Extra e Pão de Açúcar (CEMPRE, 2017b).

Segundo a CEMPRE (2016), em 2010, a Braskem tornou-se a primeira empresa a produzir polietileno verde em escala comercial. O plástico verde da Braskem pode levar a marca l'm green™ para sua identificação no produto final, uma matéria-prima renovável, capaz de manter as qualidades necessárias e agregar vantagens ambientais. “O polietileno verde é feito a partir do etanol de cana-de-açúcar. Por isso, é um bioplástico com capacidade de captura de CO₂ da atmosfera, colaborando para a redução da emissão dos gases causadores do efeito estufa.” São capturadas em torno de 2,15 toneladas de CO₂ para cada tonelada de plástico verde produzida.

Uma pesquisa realizada pela Clicossoft em 2016, mostra que aparas de papelão e papelão são os recicláveis mais recolhidos pelos sistemas municipais de coleta seletiva (em peso), com 34% e em seguida, com 11% estão os plásticos em geral. Entretanto, em primeiro lugar permanecem os rejeitos com um índice de 35%, o que demonstra a importância da sociedade na separação do lixo (CEMPRE, 2016).

Outra questão que evidencia a importância da separação é que, conforme Zanin e Mancini (2015), os plásticos, se não forem convenientemente separados, podem vir a comprometer as propriedades finais do produto reciclado em função das variações físicas e químicas que apresentam entre si.

Segundo a ABIPLAST (2017), a estimativa de reciclagem mecânica de material plástico pós-consumo é de 550 mil toneladas, sendo que as principais resinas consumidas são o polipropileno (PP), com 21,6%, e polietileno de alta densidade (PEAD) e policloreto de vinila (PVC), com 13,6%; o poliestireno (PS) dos copos plásticos ocupa a nona posição, com 6,5%.

Uma questão importante com relação aos copos de poliestireno é que muitos são enviados para rejeito, permanecendo nos aterros por mais de 100 anos, que é o tempo que levam para se decompor. Segundo Jorge (2015), esse problema ocorre porque devido a sua contaminação, o preço pago pela sucata de poliestireno não compensa separá-lo, prensá-lo e armazená-lo.

Para realizar a análise e avaliação de impactos que uso de copos plásticos pode causar ao meio ambiente, a técnica adequada seria a de dinâmica de sistemas, a qual permite ao pesquisador testar diferentes políticas e soluções, avaliando o impacto de decisões (BASTOS, 2003).

4. Desenvolvimento do Modelo Computacional

As IES tem a responsabilidade corporativa de estimular a conscientização da sociedade sobre consumo e geração de resíduos plásticos, de forma a minimizar o prejuízo ambiental causado por eles, quando enviados para aterros. Aliado a isto está a necessidade de se reduzir custos devido aos constantes cortes de recursos que as IES vem sofrendo anualmente.

Nesse sentido, foi construído um modelo para avaliar e analisar a quantidade de copos plásticos de café (50 ml) e água (200 ml) que são utilizados por uma IES da região central do estado do Rio Grande do Sul e quais seriam os impactos no caso da substituição dos copos plásticos por canecas de vidro.

Para realizar a simulação e avaliar os impactos financeiros do consumo dos diferentes copos plásticos foram gerados três cenários, os dados utilizados em cada cenário está representado na tabela 1. O primeiro cenário criado é o “*Cenário Atual*” com o intuito de armazenar os valores referentes as compras que acontecem no ano de 2018, este cenário servirá de base para a comparação com os outros dos cenários desenvolvidos. O segundo cenário desenvolvido é o “*Cenário 50%*”, onde será reduzido a compra em 50% de copos plásticos além da compra de uma caneca, de 200 ml e outra de 50 ml, para cada servidor da IES. Por fim, o “*Cenário 100%*” analisará a compra zero de copos plásticos pela IES, pretendendo que cada servidor tenha sua caneca de uso pessoal, tentando diminuir o consumo do plástico.

Tabela 1 - Cenário

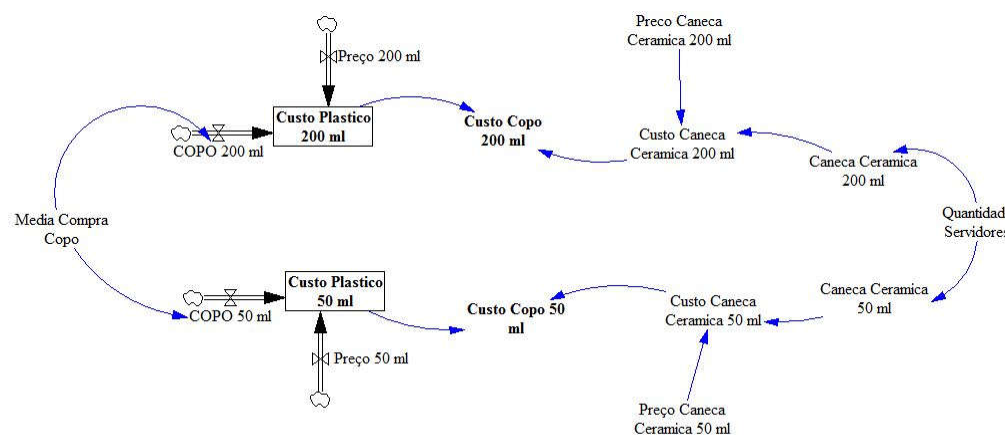
	Cenário Atual	Cenário 50%	Cenário 100%
Custo Copo 50 ml(Reais)	0,093	0,093	0,093
Custo Copo 200 ml (Reais)	0, 0235	0, 0235	0, 0235
Custo Caneca 50 ml (Reais)	4, 00	4, 00	4, 00
Custo Caneca 200 ml (Reais)	7, 00	7, 00	7, 00
Quantidade Servidores	4786	4786	4786
Redução da Compra de Copo (%)	0	50	100

Fonte: elaborado pelo autor

Os dados das quantidades consumidas de copos plásticos foram retirados e coletados diretamente na IES objeto centro do estudo, que apresenta um total de 4783 servidores. Após os cenários estabelecidos, construiu-se o modelo computacional, o qual está apresentado na figura 1.

O modelo é composto de duas variáveis de esto (“*Custo Plástico 200 ml*”, “*Custo Plástico 50 ml*”), quatro variáveis de fluxo (“*Copo 200 ml*”, “*Copo 50 ml*”, “*Preço 200 ml*”, “*Preço 50 ml*”) além de dez variáveis auxiliares (“*Media Compra Copo*”, “*Custo Copo 200 ml*”, “*Custo Copo 50 ml*”, “*Preço Caneca Cerâmica 200 ml*”, “*Custo Caneca Cerâmica 200 ml*”, “*Custo Caneca Cerâmica 50 ml*”, “*Preço Caneca Cerâmica 50 ml*”, “*Caneca Cerâmica 50 ml*”, “*Caneca Cerâmica 200 ml*”, “*Quantidade Servidores*”), a interação destas variáveis está exposta na figura 1.

Figura 1 – Modelo proposto e suas variáveis



Fonte: elaborado pelo autor

O modelo é dividido em duas vertentes, o lado esquerdo representa a interação das variáveis do modelo de compra atual, a variável “*Media Compra Copo*” foi criada com o propósito de reduzir a compra do copo plástico gradualmente, é com ela que as porcentagens dos cenários são inseridos, podendo ofertar ao decisor a aplicação de outras porcentagens de compra, reforçando melhor a decisão da compra de copos plásticos da IES. O lado direito do modelo apresenta a proposta dos pesquisadores, onde cada servidor teria direito a uma caneca de 200 ml e outra caneca de 50 ml, sendo que os custos envolvidos na compra das canecas foram retirados de análises em documentos oficiais além de pregões online e se referem a R\$7,00 e R\$4,00 respectivamente. As equações do modelo estão representadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Equações do Modelo

- (1) $\text{COPO 200 ml} = 676300 * \text{Media Compra Copo}$
- (2) $\text{COPO 50 ml} = 380200 * \text{Media Compra Copo}$
- (3) $\text{Custo Plastico 200 ml} = \text{COPO 200 ml} * \text{Preço 200 ml}$
- (4) $\text{Custo Plastico 50 ml} = \text{COPO 50 ml} * \text{Preço 50 ml}$
- (5) $\text{Custo Caneca Ceramica 200 ml} = \text{Caneca Ceramica 200 ml} * \text{Preço Caneca Ceramica 200 ml}$
- (6) $\text{Custo Caneca Ceramica 50 ml} = \text{Caneca Ceramica 50 ml} * \text{Preço Caneca Ceramica 50 ml}$
- (7) $\text{Custo Copo 200 ml} = \text{Custo Caneca Ceramica 200 ml} + \text{Custo Plastico 200 ml}$
- (8) $\text{Custo Copo 50 ml} = \text{Custo Caneca Ceramica 50 ml} + \text{Custo Plastico 50 ml}$

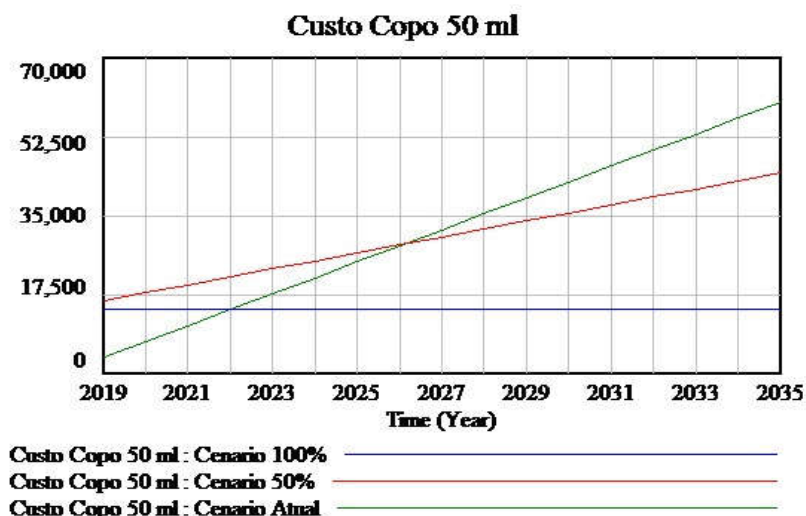
Fonte: elaborado pelo autor

As equações 1 e 2 apresentam o valor médio de compra de copos anual multiplicados pela média de compra anual, possibilitando verificar o impacto financeiro da compra de diferentes quantidades de copos. As demais equações são referentes aos custos em reais da compra de canecas e copos plásticos. A seção a seguir apresenta os resultados da simulação do modelo computacional.

5 Resultados da Simulação Computacional

Após a definição dos três cenários foram executadas as simulações no simulador Vensim (VENSIM, 2018) em um computador com processador Pentium Core i3 e 8 Gb de memória RAM. O tempo de execução da simulação foi na ordem de milionésimos de segundos. O horizonte de tempo simulado no experimento foi de 15 (quinze) anos, porém a configuração dessa variável fica a cargo do projetista / usuário, pois a mesma depende da análise a ser feita. As decisões, a partir dos resultados gerados pelo modelo, poderão envolver a adoção ou não, da compra das canecas de cerâmica. A figura 2 apresenta o custo do copo de 50 ml para a IES. O cenário 100 %, onde a IES não irá mais comprar copos de 50 ml, apresentou melhor resultado, podendo totalizar uma economia de aproximadamente R\$466.519,00 aos cofres públicos no final da simulação. O cenário 50 %, onde será comprado a metade da demanda de copos, renderá menor custo a partir de 2027, apresentando em 2035 uma economia de aproximadamente R\$16.000,00.

Figura 2 – Custo e cenários para o copo de 50 ml

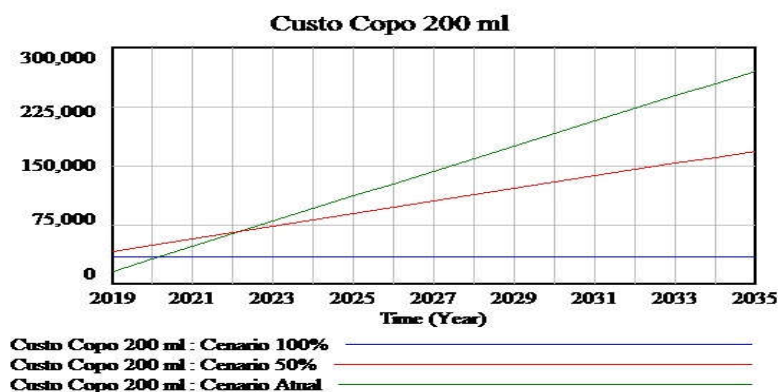


Fonte: elaborado pelo autor

A análise dos copos de 200 ml, demonstrada na figura 3, também apresentou o cenário 100% com melhor desempenho, totalizando um gasto de R\$33.502,00 considerando-se que cada servidor ganhará apenas duas canecas, isentando a responsabilidade da IES em repor as mesmas. Este cenário possui custo maior que o atual embora em apenas dois anos de simulação, ou seja, partir de 2021, este cenário apresentará menor custo, possibilitando que a IES possa investir o gasto com copos plásticos em outros setores ou produtos. Em 2035 o cenário 100% poderá apresentar uma economia de aproximadamente R\$ 2.127.000,00, um valor considerável que pode representar uma ótima oportunidade de estratégia para a redução de custos da IES.

O cenário 50 % até 2022 representa um maior investimento para a instituição, mas a partir de 2023 poderá apresentar uma economia de R\$ 36.000,00 ao ano, quando comparado ao cenário atual e no ano de 2035, somando todas as diferentes, o cenário 50% poderá apresentar uma economia financeira de até aproximadamente R\$544.000,00.

Figura 3 - Custo e cenários para o copo de 200 ml



Fonte: elaborado pelo autor

Pode-se perceber que a partir de 2029 a diferença entre o cenário atual e o cenário 50% começa a ganhar uma maior proporção, reforçando a importância da redução na compra de copos plásticos, que parece ser algo desprezível mas poderá ofertar uma grande economia financeira para as Instituições de Ensino Superior, possibilitando o investimento desta redução em outras áreas de ensino.

6 Conclusões

O debate sobre crise ambiental tem proporcionado maior consciência à população em geral, com relação à mudança de atitude que se deve ter para minimizar os impactos negativos causados ao meio ambiente.

As IES podem e devem ser agentes transformadores nas comunidades das quais fazem parte no sentido de impulsionar a consciência ambiental frente ao consumo consciente e o descarte correto de resíduos plásticos.

Além disso, as IES precisam identificar formas de enfrentar os cortes de orçamentos para o ensino, que vem correndo anualmente por parte do governo federal.

O modelo proposto demonstrou que, mesmo com a compra de duas canecas para cada servidor, os custos são compensados em até no máximo 4 anos. O melhor resultados é demonstrados pelo “Cenário 100%”, considerando os copos de 50ml, que pode chegar a uma economia de aproximadamente R\$466.519,00 aos cofres públicos no final da simulação. Até mesmo o “cenário 50%”, para ambos os copos, o qual considera a compra da metade da demanda atual, em poucos anos é compensatório excedendo recursos para serem investidos nas demais atividade da IES.

Sendo assim, conforme demonstram os resultados da pesquisa, a redução e ou extinção do uso de copos plásticos na IES, contribui, tanto para a redução de impactos ao meio ambiente que os copos podem causar, quanto para a redução de despesas com o consumo desse material, possibilitando que os recursos excedentes sejam investidos em outras áreas mais carentes.

7 Referências

- ABIPLAST. Associação Brasileira da Indústria do Plástico. Perfil 2017. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/>>. Acesso em: 27 jun. 2018.
- AZEVEDO, L. V.; RIONDET-COSTA, D. R. T.; SANTOS, J. R. **Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas de Educação Ambiental**. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=28tHDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 27 jun. 2018.
- BRASIL. Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União** Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 27 jun. 2018.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **Diagnóstico RS 2016**: Diagnóstico com o texto de análise dos dados. Brasília, 2018a. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2016>. Acesso em: 30 jun. 2018.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **Planilhas: conjunto das Tabelas com as informações e os indicadores, disponibilizadas em Excel**. Brasília, 2018b. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2016>. Acesso em: 30 jun. 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos – SINIR. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.sinir.gov.br/web/guest/plano-nacional-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 30 jun. 2018.
- CEMPRE. Compromisso Empresarial para a Reciclagem. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/4/plasticos>. Acesso em: 03 Jul 2018.
- CEMPRE. Compromisso Empresarial para a Reciclagem. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://cempre.org.br/cempre-informa/m/ano/2016>. Acesso em: 03 Jul 2018.
- CEMPRE. Compromisso Empresarial para a Reciclagem. São Paulo, 2017a. Disponível em: <http://cempre.org.br/cempre-informa/id/108/cempre-faz-apresentacao-durante-a-cop-23>. Acesso em: 03 Jul 2018.
- CEMPRE. Compromisso Empresarial para a Reciclagem. São Paulo, 2017b. Disponível em: <http://cempre.org.br/cempre-informa/id/103/gpa-e-braskem-produzem-embalagens-com-plastico-reciclado>. Acesso em: 03 Jul 2018.
- FERNANDES, A. C. Dinâmica de Sistemas e Business Dynamics: **Tratando a Complexidade no Ambiente de Negócios**. Disponível em: http://www.academia.edu/4274281/DIN%C3%82MICA_DE_SISTEMAS_E_BUSINESS_DYNAMICS_TRATANDO_A_COMPLEXIDADE_NO_AMBIENTE_DE_NEG%C3%93CIO_S. Acesso em: 03 Jul 2018.
- FORRESTER, J. W. **Dinâmica Industrial**. Buenos Aires: El Ateneo. 1972. 449 p.
- JACOBI, Pedro. **Gestão compartilhada dos resíduos sólidos no Brasil**: inovação com inclusão social. Organização de Pedro Jacobi – São Paulo: Annablume, 2006.
- GRANZIERA, M. L. M. **Direito Ambiental**. 4ª Edição São Paulo: Atlas, 2015.
- INSTITUTO SÓCIO-AMBIENTAL DOS PLÁSTICOS – PLASTIVIDA. Monitoramento dos Índices de Reciclagem Mecânica de Plásticos no Brasil, 20013. Disponível em:

<http://www.plastivida.org.br/images/temas/Apresentacao_IRMP_2012.pdf>. Acesso em: 30 Jun. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pesquisa de Informações Básicas Municipais-MUNIC, 2017. Tabela 149. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/saude/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html?=&t=resultados> . Acesso em: 07 Jul. 2018.

JORGE, L. M. **A cadeia de reciclagem do plástico pós-consumo na Região Metropolitana de Porto Alegre**. 2015. 175 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

MIDDLECAMP, C. H. et. al. **Química para um futuro sustentável**. 2016. 8. Ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=qEGPCwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 04 Jul. 2018.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/> . Acesso em: Acesso em: 27 Jun. 2018.

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. **Resíduos Plásticos e Reciclagem: aspectos gerais e tecnologia**. 2.ed. São Carlos: EdUFSCar, 2015. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=rSIXDQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: Acesso em: 08 Jul. 2018.

INSTITUTO ETHOS DE EMPRESAS E RESPONSABILIDADE SOCIAL E UNIETHOS – Educação para a Responsabilidade Social e o Desenvolvimento Sustentável. **Responsabilidade Social das Empresas: A contribuição das universidades**. São Paulo: Peirópolis, 2008.

ONUBR. Nações Unidas do Brasil. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 27 Jun. 2018.