

IMPACTO DO DESCARTE CORRETO DO ÓLEO DE COZINHA: USO DA DINÂMICA DE SISTEMAS PARA AVALIAÇÃO

IMPACT OF CORRECT DISPOSAL OF COOKING OIL: USE OF SYSTEM DYNAMICS FOR EVALUATION

IMPACTO DE LA ELIMINACIÓN CORRECTA DEL ACEITE DE COCINA: USO DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS PARA LA EVALUACIÓN

Glauco oliveira Rodrigues¹; Nilson Ribeiro Modro²; Luiz Cláudio Dalmolin³; Nelcimar Ribeiro Modro⁴

¹ Universidade Federal de Santa Maria - glaucop10@redes.ufsm.br

² Universidade Estadual de Santa Catarina - nilsonmodro@gmail.com

³ Universidade Estadual de Santa Catarina - luiz.dalmolin@udesc.br

⁴ Universidade Estadual de Santa Catarina - nelcimar.modro@udesc.br

Resumo: Este trabalho apresenta a compreensão, desenvolvimento e execução de um modelo computacional baseado na dinâmica de sistema, o qual têm por funcionalidade principal a geração de alternativas para o processo decisório no que se refere ao descarte do óleo residual. Para o desenvolvimento dos modelos, utilizou-se o método de Dinâmica de Sistemas. Matematicamente, um modelo de Dinâmica de Sistemas constitui-se em um sistema de equações lineares. Através do Vensim, foi possível desenvolver, documentar, simular e analisar os modelos, constatando o impacto ambiental e social causado pela coleta nos sete municípios estudados. Com os resultados gerados pelo modelo de simulação, percebe-se os danos ambientais causados pelo mal descarte do óleo residual, além da possibilidade de estender o ciclo de vida do óleo, tornando-o um novo produto e possível forma de renda.

Palavras-chave: Dinâmica de Sistemas, Modelagem Computacional, Vensim.

Abstract: This paper presents the process of development and execution of a computational model based on system dynamics, whose main functionality is the generation of alternatives for the decision-making process regarding the disposal of residual oil. For the development of the models, the System Dynamics method was used. Mathematically, a System Dynamics model is a system of linear equations. Through Vensim, it was possible to develop, document, simulate and analyze the models, noting the environmental and social impact caused by the collection in the seven municipalities studied. With the results generated by the simulation model, one can see the environmental damage caused by the poor disposal of residual oil, in addition to the possibility of extending the oil life cycle, making it a new product and possible form of income.

Key words: System Dynamics, Computational modeling, Vensim

Resumen: Este trabajo presenta la comprensión, desarrollo y ejecución de un modelo computacional basado en la dinámica de sistemas, que tienen como funcionalidad principal la generación de alternativas para el proceso de toma de decisiones con respecto a la eliminación de aceite residual. Para el desarrollo de los modelos se utilizó el método Dinámica de Sistemas. Matematicamente, un modelo de Dinámica de Sistemas constituye un sistema de ecuaciones lineales. A través de Vensim, fue posible desarrollar, documentar, simular y analizar los modelos, verificando el impacto ambiental y social causado por la recolección de residuos en los siete municipios estudiados. Con los resultados generados por el modelo de simulación, podemos percibir el daño ambiental causado por la mala disposición del aceite residual, además de la posibilidad de extender el ciclo de vida del aceite, convirtiéndolo en un nuevo producto y posible forma de ingreso.

Palabras clave: Dinâmica de Sistemas, Modelos Computacionais, Vensim.

1. INTRODUÇÃO

O aumento das alterações climáticas no planeta nos últimos anos, ligadas ao mal descarte de óleo de cozinha e a poluição dos rios e afluentes, vem ganhando grande atenção de estudiosos do mundo inteiro. Apesar de o óleo de cozinha ser um produto nocivo ao meio ambiente, ele pode ser um excelente subproduto para a cadeia produtiva, podendo ser coletado em lanchonetes e cozinhas industriais ou residenciais. Nesse contexto, o óleo de cozinha queimado pode receber um destino correto por meio do seu reaproveitamento e reciclagem, podendo gerar produtos como o sabão, detergentes, ração animais, resina para colas e biocombustíveis (OLIVEIRA; SOMMERLATTE, 2009).

Uma alternativa para resolver os problemas causados pelo descarte inadequado do óleo de cozinha seria recolocá-lo novamente como matéria-prima, evitando assim os grandes transtornos nos sistemas de tratamento de água e, também, diminuindo a poluição do ar, devido ao fato do óleo em contato com o sol gerar gases poluentes.

Dentro desse contexto, o presente trabalho apresenta a proposta de um modelo de simulação computacional, para avaliação do descarte correto do óleo de cozinha gerado pela população de uma cidade do interior do Rio Grande do Sul. Será desenvolvido dois cenários para serem comparados com o cenário atual.

2. ÓLEOS VEGETAIS

As gorduras retiradas de plantas, raízes, galhos e folhas são utilizadas para obter os óleos vegetais. Normalmente, as sementes são a fonte base para a formação dos óleos vegetais. Essa gordura é retirada apenas de plantas oleaginosas, formada normalmente por 95% de triacilgliceróis. O Brasil apresenta farta quantidade de plantas oleaginosas, tornando-o assim um grande produtor de óleo vegetal (Mendes, 2015).

Dentre as diversas aplicações do óleo vegetal, deve-se destacar sua utilização como combustível. O óleo vegetal é considerado uma alternativa ambientalmente correta, pois sua queima não libera gases poluentes, sendo uma fonte totalmente renovável. Além disso, é uma opção que traz não só benefícios ecológicos, como também sociais e econômicos. Veremos a seguir um maior detalhamento sobre o óleo de cozinha, que será o objeto de estudo nesta pesquisa.

2.1 Os Destinos do Óleo de Cozinha Usado Atualmente

Várias substâncias têm potencial nocivo ao meio ambiente e um dos mais comuns utilizados por todos no cotidiano é o óleo comestível, objeto deste estudo, tendo uso doméstico e uso em grandes escalas nos estabelecimentos comerciais (VIDMANTAS et al, 2010). O óleo de fritura normalmente é despejado na rede de esgoto dos municípios, segundo Reis e Ellwanger (2007), provocando impactos ambientais como poluição das redes pluviais e

sanitárias. Quando misturado com a matéria orgânica, ocorre entupimento de caixas de gorduras e tubulações, em alguns casos as tubulações necessitam de produtos químicos tóxicos para resolver esse problema. Caso o esgoto originado pela mistura com o óleo, penetre no solo, os lençóis freáticos serão contaminados, resultando em grandes quantidades de água imprópria para uso.

Junior et al(2009) afirma que em grandes municípios do Brasil há ligações da rede de esgoto locais à rede pluvial e arroios, nesses corpos hídricos, em função de imiscibilidade do óleo com a água e sua inferior densidade, há tendência à formação de películas oleosas na superfície, o que dificulta a troca de gases da água com a atmosfera, ocasionando diminuição gradual das concentrações de oxigênio, resultando em morte de peixes e outras criaturas dependentes de tal elemento. A baixa concentração de oxigênio pode acarretar a geração de gás metano, contribuindo assim, para o aquecimento global.

O fluxograma apresenta os procedimentos entre a geração e o destino final do óleo de cozinha, destacando os processos onde o descarte é correto. Apenas em algumas grandes organizações há um fluxo de coleta e destinação satisfatória para a reciclagem desse produto. Normalmente, o óleo das residências é descartado na rede de esgoto, demonstrando um fator preocupante, reforçando a importância da conscientização da necessidade do correto descarte. Nas seções a seguir serão apresentados mais detalhes sobre o óleo de cozinha.

2.1.1 Impacto ambiental e econômico

O óleo de cozinha gerado pelas residências, comércio e indústrias pode trazer inúmeros prejuízos para o ambiente se não descartado da maneira correta. De acordo com o Programa de Gestão Ambiental (PGA), a quantidade de um litro que vai para o corpo hídrico é capaz de contaminar cerca de 18.400 (dezoito mil e quatrocentos) litros de água, equivalente ao consumo de uma pessoa em 14 anos, além de aumentar em 45% os custos no tratamento das redes de esgoto (LIMA et al., 2014). Quando depositado nas redes de esgoto, por ser menos denso que a água, o óleo de cozinha forma uma película sobre ela, o que provoca a retenção de sólidos, entupimentos e problemas de drenagem. Nos arroios e rios, a película formada pelo óleo de cozinha dificulta a troca de gases entre a água e a atmosfera, causando a morte de peixes e outros seres vivos que necessitam de oxigênio (OLIVEIRA;FILHO., 2014). Muitas pessoas, agindo por falta de orientação ou má fé, descartam o óleo de cozinha diretamente na pia, o que também pode prejudicar o meio ambiente. De acordo com Lopes e Baldin (2009), se o produto for para as redes de esgoto encarece o tratamento dos resíduos em até 45% e o que permanece nos rios provoca a impermeabilização dos leitos e terrenos, o que contribui para que ocorram as enchentes. Além disso, a decomposição anaeróbia do óleo, assim como de todo material orgânico, emite metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e dióxido de nitrogênio na atmosfera, gerando gases de efeito estufa que contribuem para o

superaquecimento terrestre (RIBEIRO; MAIA; WARTHA, 2010).

A comunidade científica internacional afirma haver uma relação direta entre o aumento da concentração de gases causadores do efeito estufa (GEE) e o aumento médio da temperatura da Terra. A predominância dos combustíveis de origem fóssil na matriz de transportes brasileira é ainda significativa, apesar de o Brasil ser uma referência mundial na implementação de programas de biocombustíveis (MENDES, 2015).

A transformação do óleo pós-fritura em biodiesel e integrando o mesmo à matriz energética brasileira contribui não só para dotar o país de uma nova tecnologia no setor energético, ajudando a reduzir as importações de óleo diesel, como também pode proporcionar o desenvolvimento de pequenas comunidades no interior, que passarão a contar com uma maior renda familiar, resultante do cultivo de oleaginosas capazes de produzir o biodiesel (BNDES, 2004). O petróleo e seus derivados são base na economia moderna, porém têm como cenário a possível finitude de suas reservas, e possuem uma concentração significativa da produção mundial em áreas de conflito. Essa fonte de energia vem apresentando aumentos substanciais de preços nos últimos anos, em função principalmente desses fatores somados ao aumento progressivo da demanda energética pela sociedade contemporânea (BNDES, 2004).

2.1.2 Alternativas para Destinação do Óleo de Cozinha

Pode-se verificar que o descarte inapropriado desse óleo é um problema bastante sério. Dessa forma, é imprescindível algum modo de reutilização desse óleo vegetal, de forma que possa novamente ser inserido na cadeia produtiva minimizando o impacto ambiental gerado e ainda podendo agregar valor econômico. Dentre essas utilizações, as mais comuns são transformação em biodiesel ou sabão. Em comparação com o diesel derivado de petróleo, o uso do biodiesel resulta em uma redução do monóxido de carbono e de hidrocarbonetos não queimados, que são liberados pelos motores a combustão, portanto, a produção desse combustível, em escala comercial, poderá permitir que gradativamente se possa substituir o óleo diesel de origem fóssil, obtendo uma melhoria na qualidade de vida nos grandes centros urbanos, diminuindo a poluição (BNDES, 2004).

O processo de logística reversa, segundo Bizari, Christiani e Leite (2011), para obtenção deste óleo usado é um tanto complexo, algumas iniciativas pontuais são provenientes de empresas que oferecem incentivos financeiros para restaurantes e condomínios fornecerem o óleo de cozinha usado, em recipientes para posterior reciclagem. Após recolhido, para que possa sofrer qualquer processo de transformação, ainda é necessário que seja feita a remoção de resíduos sólidos, geralmente restos de alimentos, bem como remoção da umidade presente no óleo. O primeiro faz-se através da filtragem, já o segundo é realizado pelo processo de decantação, já que o óleo e a água são misturas heterogêneas e, portanto, facilmente separáveis, somente após essa separação é possível utilizar o óleo em algum

processo de reciclagem.

Nos últimos anos, têm surgido diversas iniciativas para reaproveitar o óleo pós-fritura, desenvolvidas tanto por órgãos públicos quanto privados. Cita-se, como exemplo, o McDonald's, que transforma o óleo de cozinha em biodiesel, utilizando-o em caminhões de entrega às lojas da empresa (CAETANO, 2010). Há, ainda, outros casos de reaproveitamento de óleo de cozinha, por meio de iniciativas do poder público em parceria com ONGs e outras entidades. Nos municípios de Ribeirão Preto, Salvador, Florianópolis, Rio de Janeiro, Porto Alegre e Curitiba, esse produto é recolhido para ser transformado em resina de tintas, sabão, ração animal e biodiesel (ZUCATTO; WELLE; SILVA, 2013).

3. MÉTODO DE PESQUISA

Para o desenvolvimento deste artigo será utilizada como metodologia a modelagem computacional, a manipulação do modelo desenvolvido será realizada através da simulação computacional. A modelagem consiste na elaboração de representações de um sistema real, chamadas de modelos (ANDRADE et al., 2006). A simulação é a operação sobre um modelo de interesse (PRADO, 2010), enquanto a simulação computacional, especificamente, é aquela simulação que utiliza um computador para ser realizada (CHWIF; MEDINA, 2015), trata-se de uma técnica que permite transcrever um sistema real para um ambiente computacional utilizando recursos oferecidos por computadores (PRADO, 2010).

A simulação busca prever comportamentos do sistema de interesse a partir de reconfigurações e experimentos que, normalmente, não podem ser feitos no ambiente real (MARIA, 1997). Longaray (2014) define modelo de simulação como a representação matemática de um sistema físico ou abstrato com o objetivo de constatar o comportamento desse sistema quando os valores ou o ordenamento das variáveis que o compõem são alterados. Uma simulação não fornece apenas a melhor alternativa, mas um conjunto de possibilidades viáveis para resolução do problema, apresentando ao gestor diversos cenários para a tomada de decisão. A partir do uso de softwares, o modelador desenvolve quantas simulações forem necessárias até obter todas as alternativas necessárias para suprir o desempenho aceitável para o sistema que está sendo modelado (ANDRADE et al., 2006). O desenvolvimento do modelo será baseado nos procedimentos descritos por Longaray (2014):

- a) Determinação do problema: definição e delimitação dos aspectos de interesse das pessoas envolvidas nos cenários decisórios para as quais alguma ação será tomada. Neste caso, o problema consiste em verificar qual o ponto de equilíbrio para que a AGITTEC se autossustente sem depender de auxílio federal;
- b) Elaboração do modelo: consiste na determinação da técnica para resolução do problema, delimitação das variáveis que englobam o modelo e dos cenários que representarão cada proposta da pesquisa. A elaboração do modelo está descrita na seção 3 deste artigo;

- c) Resolução do modelo: nesse passo é realizada a simulação, determinando as alternativas viáveis para o modelo em questão. Para este trabalho, foram definidos três cenários (atual, sem financiamento público e otimista);
- d) Legitimação do modelo: a legitimação consiste no reconhecimento do tomador de decisão de que o modelo contempla as suas expectativas para a resolução do problema.
- e) Implementação da solução: a implementação do modelo consiste em sua aplicação no ambiente real.

A estrutura para a efetivação da modelagem é formada por dois componentes principais, os estoques e os fluxos. Ford (2009) define a modelagem em dinâmica de sistemas como uma combinação de estoques e fluxos que utilizam uma estrutura computacional para serem simulados. Os estoques referem-se às variáveis formadoras do modelo que são acumuladas no sistema real (ambiente de análise) e os fluxos são as funções de decisão ou políticas de um sistema.

4. DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Segundo a Oil World, o Brasil produz 9 bilhões de litros de óleos vegetais por ano. Desse volume produzido, 1/3 vai para óleos comestíveis. O consumo per capita fica em torno de 20 litros/ano, o que resulta em uma produção de 3 bilhões de litros de óleos por ano no país. Se levarmos em consideração o montante coletado de óleos vegetais usados no Brasil, temos menos de 1% do total produzido, ou seja, 6 milhões e meio de litros de óleos usados. Mais de 200 milhões de litros de óleos usados por mês vai para os rios e lagos comprometendo o meio ambiente de hoje e do futuro.

Hoje o óleo é o maior poluidor de águas doces e salgadas das regiões mais adensadas do Brasil. Embora o óleo represente uma porcentagem ínfima do lixo, o seu impacto ambiental é muito grande, representando o equivalente da carga poluidora de 40.000 habitantes por tonelada de óleo despejado em corpos d'água. Apenas um litro de óleo é capaz de esgotar o oxigênio de até 20 mil litros de água, formando, em poucos dias, uma fina camada sobre uma superfície de 100 m², o que bloqueia a passagem de ar e luz, impedindo a respiração e a fotossíntese. Outro ponto importante em relação ao uso de óleo é a maneira como ele é jogado fora. Jogá-lo pela pia, além de entupir a rede, é prejudicial ao meio ambiente. Há quem fale em colocar o resíduo dentro de uma garrafa plástica e jogá-la no lixo. No entanto essa não é a melhor solução, pois, em caso de vazamento, o resíduo pode contaminar águas subterrâneas.

No Brasil, consome-se cerca de 19 litros per capita de óleo por ano, segundo dados apresentados pela Associação Brasileira das Indústrias de Óleo Vegetal. Se considerarmos que 12 litros desse óleo não sejam absorvidos pelos alimentos, que é uma estimativa muito

conservadora, são cerca de 7 litros de óleo por pessoa sendo jogados pela pia, indo pelo esgoto, impermeabilizando leitos de rios e contaminando lençóis freáticos e fontes de água, todo ano. Esse óleo e os resíduos da indústria de soja poderiam ser coletados e transformados em biodiesel. Muitas indústrias de alto porte poderiam ser movimentadas no Brasil somente com base no óleo residual. Diminuiríamos o uso de combustíveis derivados de petróleo e carvão mineral, que causam o efeito estufa (DABDOUB, 2009). segundo a ABIOVE (2021), o consumo médio per capita no Brasil é de 19 litros por ano. Os dados referentes à população e suas taxas foram retiradas de planilhas, gráficos e projeções disponibilizados pelo IBGE (2016) e expostos no Quadro 1.

QUADRO 1. Taxas de Nascimento e Mortalidade

Ano	Taxa	
	Nascimento	Mortalidade
2020	11.3	7.17
2021	10.83	7.27
2022	10.72	7.37
2023	10.56	7.48
2024	10.4	7.6
2025	10.24	7.72
2026	10.15	7.85
2027	9.99	7.99
2028	9.81	8.13
2029	9.97	8.29

Fonte: IBGE, 2016

Após os estudos bibliográficos foi construído o modelo apresentado na Figura 1. O modelo é composto de uma variável de estoque responsável por mensurar a projeção da população em dez anos de simulação, esta variável é chamada **Total População**. A mesma recebe como valor de entrada os dados inseridos na variável **Nascimentos** e possui a variável de saída chamada **Mortes**. As demais variáveis são auxiliares ao modelo. Com o objetivo de medir o dano ambiental causado pelo descarte do óleo de cozinha foi gerada a variável auxiliar **Poluição Água**. Para a análise financeira do reuso do óleo de cozinha para fabricação de sabão foi criada a variável **GeracaoGlicerina**. E para verificar quanto cada pessoa da cidade poderia receber caso gera-se seu próprio sabão foi criada a variável **LucroPorPessoa**.

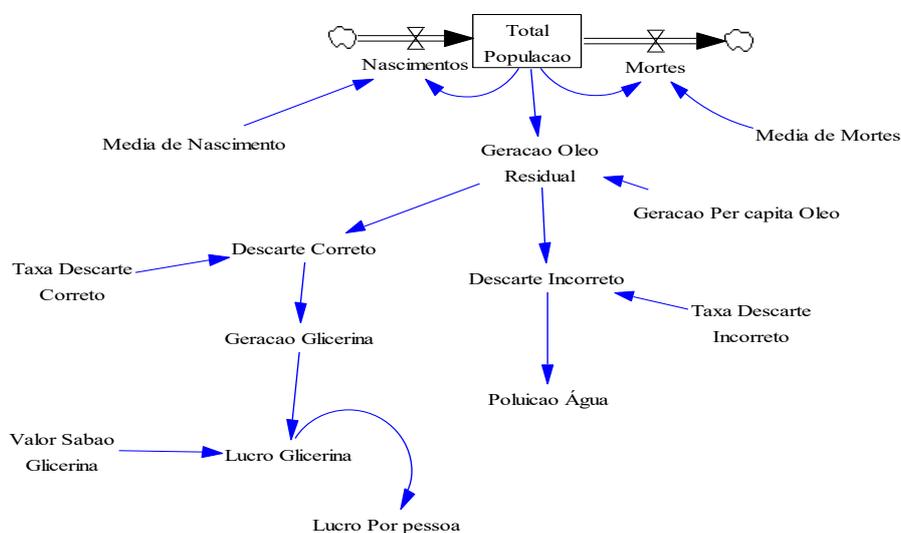


Figura 1 – Modelo Desenvolvido

Fonte: os autores

Para a simulação foram gerados três cenários:

- **Cenário Atual:** responsável por medir o comportamento atual do sistema.
- **Cenário Mediano:** simulará o descarte 50% correto do óleo residual; e
- **Cenário Otimista:** simulará o descarte 100% correto do óleo residual.

Após a criação do cenário o modelo foi simulado e os resultados serão expostos na sessão a seguir.

5. RESULTADOS

Definidos os três cenários tornou-se possível simular a proposta do modelo desenvolvido no simulador Vensim® (VENTANA SYSTEMS, 2016) em um computador, com processador Pentium Core i3 e 4 Gb de memória RAM. O tempo de execução da simulação foi na ordem de centésimos de segundos. O horizonte de tempo simulado no experimento foi de dez anos; entretanto, a configuração dessa variável fica a cargo do projetista/usuário, pois esta depende da análise a ser feita.

Como proposta de diminuir o descarte incorreto do óleo de cozinha foi proposto pelos pesquisadores geração de sabão a partir do óleo de cozinha. Como apresenta a Figura 2, o cenário mediano será capaz de gerar cerca de 270.000 kg ao ano e o cenário otimista poderá gerar cerca 470.000 kg ao ano.

Geracao Glicerina

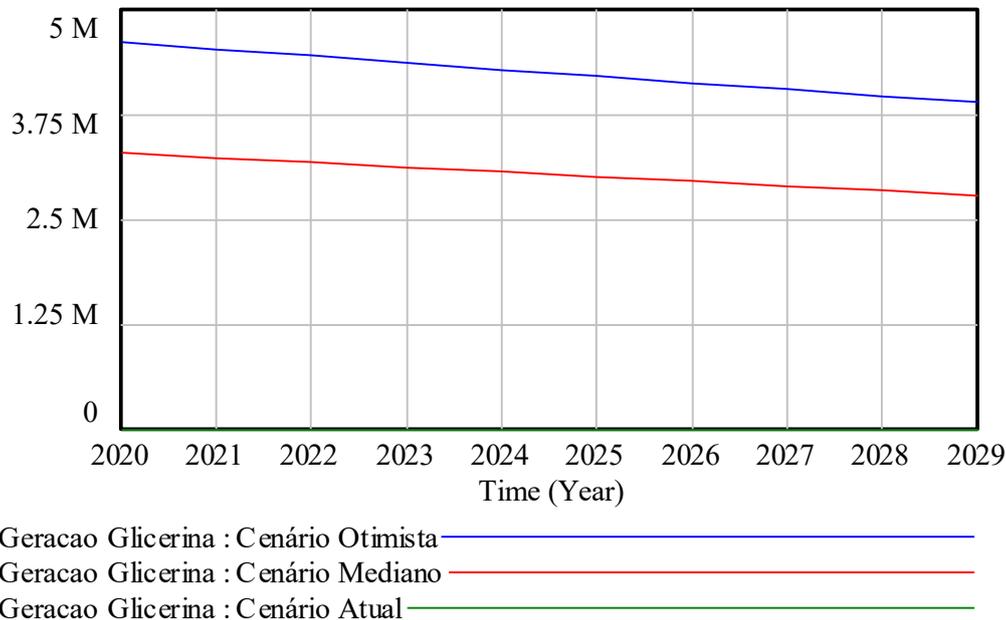


Figura 2 – Geração de Glicerina
Fonte: os autores

Para capitalizar a renda per capita para as pessoas da cidade parceira do estudo simulou-se quantos reais cada pessoa poderia adquirir por ano. A Figura 3 apresenta o resultado da simulação. No cenário mediano em dez anos cada pessoa poderia receber em média R\$ 1.700 ao ano. Se aplicado o cenário otimista o valor por pessoa chegaria em até R\$ 2.100 ao ano.

Lucro Por pessoa

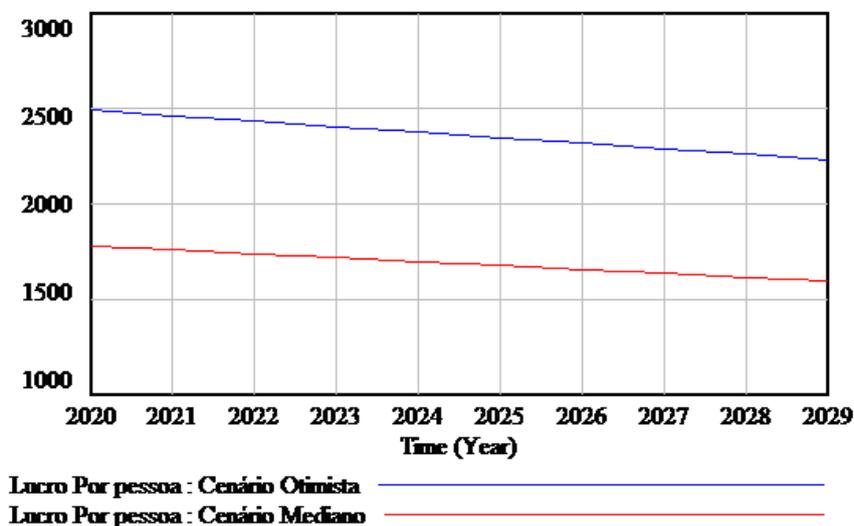


Figura 3 – Lucro por pessoa

Fonte: os autores

Outra análise realizada no modelo de simulação diz respeito à quantidade de óleo “Pós-uso” que não é descartado no meio ambiente, aferindo a quantidade de água potencialmente não poluída. O resíduo do óleo de cozinha gerado diariamente, segundo Castellaneli *et al.* (2007), acaba sendo descartado de forma inadequada diretamente nos rios, pias ou no solo, causando danos como entupimento dos canos e o encarecimento dos processos das estações de tratamento, além de acarretar a poluição do meio aquático, ou, ainda, o lixo doméstico – contribuindo para o aumento das áreas dos aterros sanitários (JUNIOR *et al.*, 2009).

A Figura 4 demonstra que o cenário atual é capaz de poluir 111 milhões de litros de água. Se utilizado algumas das propostas da modelagem o potencial poluidor será menor. O cenário mediano chegará a reduzir pela metade a poluição, poupando cerca de 60 milhões de litros de água. O cenário otimista evitará a poluição de até 90 milhões de litros de água.

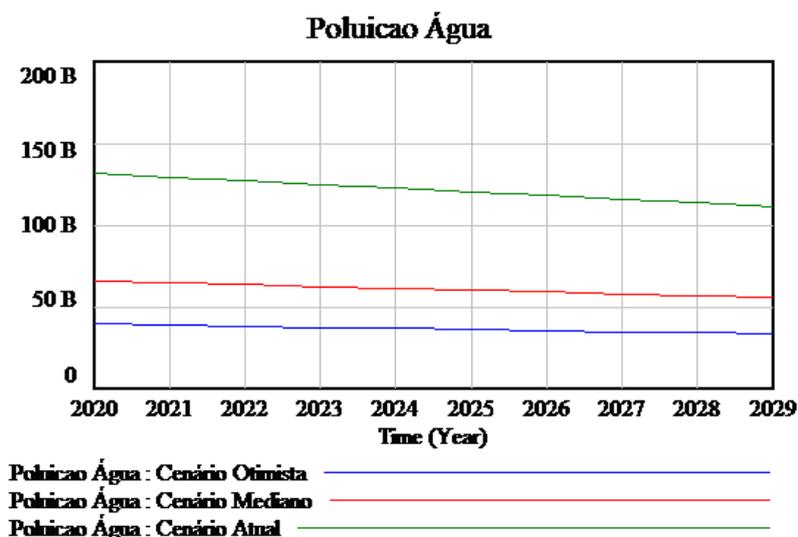


Figura 4 – Poluição da Água

Fonte: os autores

Assim, o resultado denota a importância de possuir políticas de sustentabilidade ambiental e financeira, podendo diminuir o impacto do descarte incorreto do óleo de cozinha, gerando assim um ganho ambiental e econômico.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ser humano sempre precisou dos recursos ambientais para a sua sobrevivência. Porém, a partir da revolução industrial tomou uma dimensão muito maior e, dessa forma, a natureza não consegue se recuperar no mesmo ritmo da degradação (MASCARENHAS E SILVA, 2013).

De acordo com Donato (2008), a quantidade média anual de lixo gerado por apenas

uma pessoa é cerca de quatro litros de óleo usado (vegetal ou mineral). Esse produto, descartado no meio ambiente de forma incorreta, acarretará problemas ambientais como a degradação do solo, água e seres vivos, pois cada litro de óleo em contato com rios e mares poluirá cerca de mil litros de água. O produto provoca a extinção de seres vivos, por ser mais denso que a água ficando sobre a superfície e prejudicando a respiração dos animais.

As diversas possibilidades de reaproveitamento do resíduo estão relacionadas à Sustentabilidade, pois abrangem o fator econômico, o fator social e o fator ambiental. Quando em contato com o meio ambiente, impermeabiliza solos propiciando enchentes e deslizamentos e, em contato com a água, além da poluição, o óleo fica na superfície impossibilitando a respiração dos seres desta fauna (MASCARENHAS E SILVA, 2013).

Para o desenvolvimento do modelo de simulação levou-se em consideração o conceito que modelos de Dinâmica de Sistemas são compostos por variáveis de estoque, fluxo, ambas variáveis endógenas. Um dos objetivos centrais da metodologia de Dinâmica de Sistemas é ter um modelo que consiga simular o comportamento real. Ou seja, a fonte dos problemas em um sistema seja uma parte inerente do modelo desenvolvido.

A metodologia de Dinâmica de Sistemas auxiliou a mapear as estruturas do sistema desenvolvido, procurando examinar sua inter-relação em contexto amplo. Através da simulação desenvolvida, a dinâmica aplicada pretende compreender como o sistema em foco evolui no tempo e como as mudanças em suas partes afetam o seu comportamento. A partir dessa compreensão, foi possível diagnosticar e prognosticar o sistema, além de possibilitar simular mais cenários no tempo.

Os resultados obtidos são condizentes com a realidade. As taxas utilizadas foram desenvolvidas pelo projetista do modelo para realização deste estudo. Cabe ressaltar que os cenários foram gerados para esse experimento, porém o modelo pode ser configurado conforme as necessidades de quem for utilizá-lo, ou seja, é um modelo reconfigurável e aberto.

Como trabalhos futuros, pretende-se expandir o modelo a outras áreas de coleta que não foram considerados no estudo e, também, considerar na avaliação os benefícios sociais que podem ser gerados, como por exemplo, a geração de emprego.

REFERÊNCIAS

ABIOVE (Brasil) (Comp.). **Arquivo com estatística mensal**. 2021. Disponível em: <[http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=e estatistica&area=NC0yLTE=>](http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=e+estatistica&area=NC0yLTE=>)>. Acesso em: 07 mar.2021.

ANDRADE, A.L.; SELEME, A.; RODRIGUES, L.H.; SOUTO, R. **Pensamento Sistêmico**: caderno de campo: o desafio da mudança sustentada nas organizações e na sociedade. Porto Alegre, Bookman, 2006.

BIZARI, L.; CHRISTIANI, V.S.; LEITE, P.R. **A logística reversa no retorno do óleo de cozinha usado**, XXXV encontro da Anpad, Rio de Janeiro, 2011

CAETANO, M. **McDonald's lança projeto de biodiesel a partir do óleo de cozinha**. 2010. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC1711075-1934,00.html>

CHWIF, L.; MEDINA, A.C. **Modelagem e Simulação de eventos discretos: Teoria e Aplicação**, 4ed. Elsevier. Rio de Janeiro. 2015.

FORD, A. **Modeling the environment**, Second Edition. Island Press, 2009.

JUNIOR, O. S. R. P.; NETO M. S. N.; J. B.; SACOMANO, J. L. LIMA. **A Reciclagem do Óleo de Cozinha Usado: uma Contribuição para Aumentar a Produtividade do Processo**, Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change; São Paulo – Brasil – May 20th-22nd – 2009

LIMA, R. A. **Aplicação do Projeto Didático-Pedagógico “Sabão Ecológico” em uma Escola Pública de Porto Velho – RO**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 18, n. 3, p.1268-1272, 2014.

LONGARAY, A. A. **Introdução à pesquisa operacional**. São Paulo: Saraiva, 2014.

MENDES, P.A.S. **Sustentabilidade na produção e uso do biodiesel**. Curitiba. Anris. 2015.

OLIVEIRA, B. M. G ; SOMMERLATTE, B. R. (2009). **Plano de Gerenciamento Integrado do Resíduo óleo de cozinha**. Disponível em : <http://www.projetoreciclar.ufv.br/docs/cartilha/pgi_oleo_cozinha.pdf>, OLIVEIRA,G.S.;

FILHO, R. D. O. **Análise do consumo de combustível de ônibus urbano**, Anais do XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET), 2014.

REIS, M.P.F.P.; ELLWANGER, R.M.; FLECK, E. **Destinação de óleos de frituras**. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, 2007.

RIBEIRO, E. M. F.; MAIA, J. O.; WARTHA, E. J. **As questões ambientais e a química dos sabões e detergentes**. Química Nova na Escola, v. 32, n. 3, p. 169-175, 2010.

SABESP. **Programa de Reciclagem de Óleo de Fritura da Sabesp**. São Paulo: Sabesp, 2010

VIDMANTAS, J.B.D ; TIROLE, C.A.S ; BIGATÃO, D.A.R ; JUNIOR, M.F.J. **Estudo do Destino de Resíduos Oleosos em Estabelecimentos de Comida Rápida, Situados em Shopping na Cidade Dourados/MS**. III Simpósio Intercâmbio Brasil-Japão em Sustentabilidade: Um Desafio da Humanidade, Campo Grande, Mato Grosso, 2010.

ZUCATTO, L. C.; WELLE, I. ; SILVA, T. N. D. **Cadeia reversa do óleo de cozinha**: coordenação, estrutura e aspectos relacionais. RAE - Revista de Administração de Empresas, 53(5), 2013.