

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM MODELO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL PARA REAPROVEITAMENTO DE BANNERS DE LONA

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF A COMPUTATIONAL SIMULATION MODEL FOR REPLACEMENT OF CANVAS BANNERS

Eugênio De Oliveira Simonetto¹
Glauco Oliveira Rodrigues¹
Carolina Schneider Bender¹
Marta Regina Lopes Tocchetto¹
Eliejeane Dos Santos Sales¹

Recebido em: 11/09/2018
Aceito em: 07/01/2019

glaucop10@redes.ufsm.br

Resumo: Problemáticas ligadas ao descarte de resíduos, em geral, e principalmente no que tange àqueles que tem um grande impacto ambiental, como é o caso das lonas sintéticas dos banners, exigem a busca por soluções gerenciais, como por exemplo a reciclagem. Neste artigo, analisou-se o Projeto RElona, que confecciona produtos utilizando a lona de banners que seriam descartados. Assim, concebeu-se uma modelagem computacional, utilizando dados de planilhas disponibilizadas por organizadores de dois eventos de uma IES do Rio Grande do Sul, além de documentos oficiais de empresas produtoras de banners, de forma a linearizar o comportamento do descarte de banners, apresentando aos decisores sugestões de novos produtos que podem ser gerados por meio do reaproveitamento. Em relação aos resultados, o cenário otimista foi o que apresentou melhor desempenho.

Palavras-chave: Banners, Modelagem, Resíduos Sólidos e Sustentabilidade.

Abstract: Problems related to waste disposal, in general, and especially those that have a great environmental impact, such as the synthetic canvas of the banners, require the search for management solutions, such as recycling. In this article, we analyzed the RElona Project, which manufactures products using the canvas of banners that would be discarded. Thus, a computational modeling was conceived, using data from worksheets made available by organizers of two events of an IES of Rio Grande do Sul, in addition to official documents of companies producing banners, in order to linearize the behavior of banners discarding, presenting to the makers suggestions for new products that can be generated through reuse. In relation to the results, the optimistic scenario was the one that presented better performance.

Keywords: Banners, Modeling, Solid Waste and Sustainability.

¹ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria – Rio Grande do Sul - Brasil.

1. INTRODUÇÃO

Banners são uma forma eficiente de comunicação de baixo custo, sendo utilizados principalmente na comunicação publicitária e científica. Segundo Becker et al. (2016) esse tipo de material é, em sua maioria, utilizado brevemente e descartado em seguida, justamente pela sua especificidade. Nesse sentido, há uma crescente preocupação com os impactos desse descarte, tendo em vista que ao final de eventos de natureza científica e comercial, existe um número expressivo desse material de alta durabilidade virando resíduo.

Ainda que os banners apresentem inúmeras utilidades e seu uso seja facilitado pela versatilidade da mídia, como resultado final transfere-se ao meio ambiente uma carga maior do que este pode suportar. O principal componente dos banners é, geralmente, o policloreto de vinila (PVC), que é produzido a partir do petróleo, recurso natural não renovável. Assim, os banners apresentam baixa biodegradabilidade, permanecendo por centenas de anos no meio ambiente quando descartados (JUNG et al., 2015).

Problemáticas ligadas ao descarte de resíduos, em geral, e principalmente no que tange àqueles que tem um grande impacto ambiental, como é o caso das lonas sintéticas, exigem a busca por soluções gerenciais, como por exemplo a reciclagem. Segundo Glavic e Lukman (2007), a reciclagem pode ser definida como um método de recuperação de recursos, que envolve a coleta e o tratamento de resíduos que, posteriormente, serão utilizados como matéria-prima na fabricação de outros produtos ou, até mesmo, do mesmo produto anteriormente descartado.

Assim, o reaproveitamento de lonas de PVC para confecção de outros produtos contribui para evitar que os banners sejam simplesmente encaminhados para aterros no momento em que se transformam em resíduos, o que provoca a redução da vida útil dos mesmos, bem como dificulta o processo de degradação da matéria orgânica, em virtude da formação de camadas impermeabilizantes no interior da célula. Dessa forma, a confecção de bolsas, estojos e sacolas vislumbra-se como uma forma sustentável de destinar um material nobre, bastante resistente e durável e que causa impactos ambientais significativos quando destinado de forma inadequada (JUNG et al., 2015).

Do ponto de vista econômico e ambiental, teóricos tem se preocupado sobre o impacto da extração de matérias-primas do ambiente, bem como do seu posterior descarte, após o término da vida útil dos produtos (CALDEIRA-PIRES; RABELO; XAVIER, 2002). Assim, emergem os estudos sobre ciclo de vida dos produtos, que buscam analisar os impactos de produtos e serviços desde sua concepção, até seu desuso, ou seja, ao longo do seu ciclo de vida, normalmente propondo melhorias relacionadas ao desempenho ambiental (XAVIER; CALDEIRA-PIRES, 2004).

No que tange aos estudos de processo decisório, segundo Simonetto, Modro e Oliveira (2014), a área de sistemas de apoio à decisão tem proposto investigações a partir da construção de modelos de avaliação de impacto ambiental causado pelo descarte de resíduos, situação a qual se enquadra a presente pesquisa. Ao usar ferramentas de apoio à decisão na gestão de resíduos sólidos agrega-se qualidade ao processo decisório, tendo em vista que os gestores passam a contar com outros subsídios além da sua experiência pessoal (CHANG; WEI, 2000).

Nas Instituições de Ensino Superior (IES) existem diversos projetos focados na extensão do ciclo de vida de diversos produtos, tanto como forma de atender a questões legais pelas quais são cobradas, como também para o desenvolvimento sustentável das localidades onde essas instituições estão inseridas. Além disso, tendo em vista seu caráter educacional, muitos desses projetos acabam aliando a pesquisa acadêmica à extensão, como forma de os estudantes poderem colocar em prática os aprendizados de sala de aula. Assim, analisou-se uma instituição federal de ensino do Rio Grande do Sul, com uma comunidade acadêmica de mais de 35.000 pessoas, onde, diariamente, são realizados eventos nas áreas de ensino, pesquisa e extensão.

No âmbito da IES analisada neste artigo é realizado o Projeto RElona, que possui o objetivo de confeccionar produtos utilizando a lona de banners que seriam descartados. A equipe do Projeto ministra oficinas em parceria com associações sociais e organizações sem fins lucrativos, como, por exemplo, associações de apoio a pessoas com câncer. O projeto produz sacolas, bolsas, entre outros produtos, que são utilizados para divulgação das entidades participantes, da IES e também do Projeto RElona. Futuramente, parte da produção será destinada para a venda pela principal entidade parceira atualmente, a fim de contribuir para a manutenção de suas atividades sociais (JUNG et al., 2015).

Tendo em vista o exposto, a presente pesquisa teve como objetivo conceber uma modelagem matemática que seja capaz linearizar o comportamento do descarte dos banners, apresentando aos decisores novos produtos que podem ser gerados por meio da reciclagem do banner de lona. Para tanto, esta pesquisa tomou por base as planilhas disponibilizadas pelos organizadores de dois eventos da IES estudada, além de documentos oficiais de empresas produtoras de banners no estado do Rio Grande do Sul.

2. RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A industrialização e o desenvolvimento econômico originaram um crescimento no consumo de bens, que somado ao aumento populacional gerou um considerável acréscimo de resíduos, principalmente no descarte de elementos de difícil degradação. Segundo Jung et al. (2015), a importância da gestão de resíduos adequada repousa nos impactos ambientais que o descarte incorreto de elementos, sem tratamento ou gerência na disposição, pode causar no meio ambiente. Assim, surgem iniciativas que visam, por meio de processos de reciclagem, a minimização do impacto ambiental de resíduos (GÓMEZ-CORREA; AGUDELO-SUÁREZ; RONDA-PÉREZ, 2008; PABLOS; BURNES, 2007).

A reciclagem é o processo pelo qual resíduos eliminados são coletados, processados e reutilizados (O'LEARY; WALSH, 1999). A separação resíduos, sejam eles industriais ou domésticos, como papel, plástico, vidro, trazendo-os de volta à indústria para um novo beneficiamento torna os materiais reprocessados em produtos comercializáveis. Nesse sentido, a reciclagem de resíduos sólidos, segundo Simonetto, Modro e Oliveira (2014), torna-se uma excelente alternativa para garantir a preservação dos recursos naturais, bem como na busca do desenvolvimento sustentável. Cabe

salientar ainda que a reciclagem pode contribuir enquanto temática educativa para a sociedade, bem como, para Medina (2000), apresenta-se como uma oportunidade de renda.

A nível nacional, a cadeia de reciclagem é composta por catadores, sucateiros e indústrias. Os catadores, apesar da relevância do seu trabalho para os municípios, trazendo benefícios sociais, econômicos e ambientais por meio da agregação de valor aos materiais recicláveis recolhidos, são pouco valorizados e são os que menos se beneficiam da atividade de coleta (DE SOUZA; DE PAULA; DE SOUZA PINTO, 2012).

2.1. Ciclo da Vida

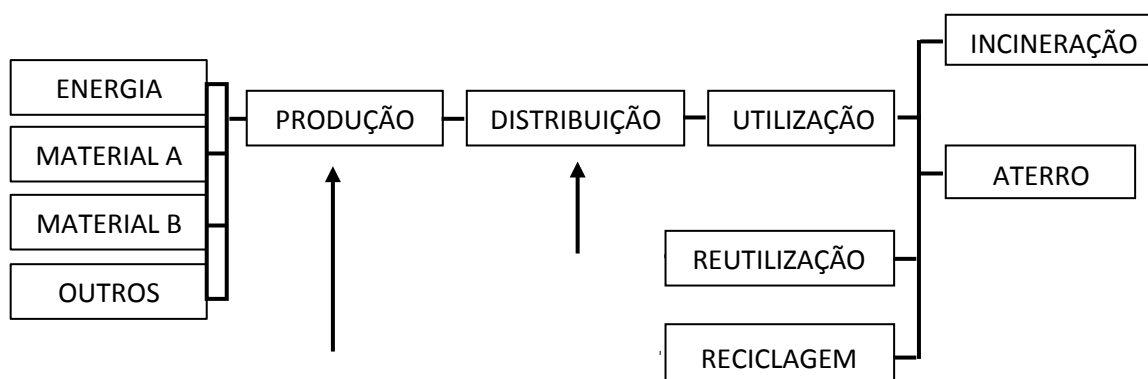
Glavic e Lukman (2007) propuseram uma revisão dos termos e definições de sustentabilidade. Assim, para os autores, o termo ciclo de vida direciona a todos os estágios e o tempo de vida de produtos, incluindo os impactos ambientais, assim como serviços, processos de fabricação e tomada de decisão. O ciclo de vida de um produto deve considerar desde a extração de matérias primas ou transformação de recursos naturais, até a deposição final do produto na natureza (ISO 14040:2006). A partir dessa análise, amplia-se a visão sobre o processo de produção industrial, possibilitando a melhoria do seu desempenho, tanto do ponto de vista econômico como do ponto de vista ambiental.

O conceito fundamental associado ao ciclo de vida está ligado aos impactos que produtos, processos e atividades causam no ambiente, desde a extração das matérias-primas até sua devolução à natureza, quando findada sua vida útil ao consumidor (CALDEIRA-PIRES; RABELO; XAVIER, 2002).

A partir do termo ciclo de vida, surge, nos Estados Unidos o conceito de análise do ciclo de vida, ou *Life Cycle Assessment* (LCA), que tem como um dos seus estudos pioneiros uma quantificação realizada pelo *Midwest Research Institute* (não publicada) avaliando as necessidades de recursos, emissões e resíduos originados por diferentes embalagens de bebidas, encomendado pela Coca-Cola (FERREIRA, 2004).

Segundo Glavic e Lukman (2007), a LCA pode ser utilizada para estudar o impacto do produto, sendo comumente tratada como uma análise “do berço ao túmulo”, permitindo a determinação dos impactos ambientais, bem como identificando pontos de melhoria no desempenho ambiental desse ciclo (XAVIER; CALDEIRA-PIRES, 2004). Assim, a Figura 1 apresenta as principais fases do ciclo de vida de um produto.

Figura 1 – Principais fases do ciclo de vida de um produto

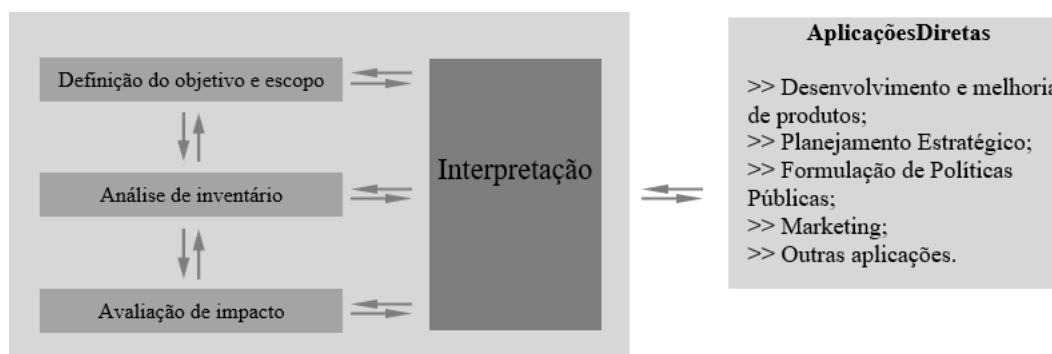


Fonte: Caldeira-Pires; Rabelo; Xavier, 2002, p.168

Por meio das análises de LCA pode-se alcançar um melhor desempenho no ciclo de vida dos produtos, aumentando a eficiência na utilização de recursos, sendo que a técnica pode ser aplicada aos processos de produção de produtos, aos serviços e até mesmo ao planejamento estratégico (GLAVIC; LUKMAN, 2007). A análise do ciclo de vida considera os fluxos de entradas e saídas e a avaliação dos impactos associados a um produto ao longo do seu ciclo de vida (ISO 14040:2006).

Os estudos de LCA devem prever quantitativamente ao longo do ciclo de vida do produto desde as extrações de recursos até as emissões para o ambiente (FERREIRA, 2004; GLAVIC; LUKMAN, 2007). É a partir desses dados que o impacto do ciclo de vida do produto nos recursos naturais, no ambiente e na saúde humana pode ser avaliado (FERREIRA, 2004). A LCA é composta de 4 fases, apresentadas na Figura 2.

Figura 2 – Estrutura da LCA e suas aplicações



Fonte: ISO 14040:2006; Guinée et al., 2011.

Na primeira fase deve-se definir o produto, detalhando-se sua função e unidade funcional, e a aplicação pretendida para o estudo. Após, na análise de inventário, são identificadas e quantificadas as entradas e saídas do ambiente e para o ambiente do sistema do produto, como entradas de energia, entradas de matéria-prima, produto, resíduos, emissões atmosféricas, entre outros aspectos ambientais. Na fase de avaliação de impacto são determinadas a relevância das categorias de impactos ambientais potenciais. Na interpretação, é utilizado um procedimento sistemático para identificar, quantificar, conferir, avaliar e apresentar conclusões baseadas na LCA, auxiliando na tomada de decisão (ISO 14040:2006).

2.2 Reaproveitamento de Banners

A principal forma de utilização de banners é em divulgações publicitárias e eventos acadêmicos, gerando um tempo de uso normalmente curto, o que torna frequente o descarte desse material no meio ambiente. Em relação à sua composição, os banners são fabricados em lonas sintéticas, cujo principal componente é o policloreto de vinila (PVC), que é produzido a partir do petróleo, sendo que esse é um recurso natural não renovável (BECKER et al., 2016). Dessa forma, os banners constituem-se um produto que leva centenas de anos para se decompor, gerando um problema de descarte de resíduos sólidos.

Diante dessas questões, o Projeto RElona contribui para evitar que banners utilizados principalmente pela comunidade acadêmica, quando se transformam em resíduos, sejam encaminhados aos aterros, reduzindo-se assim a vida útil dos mesmos (BECKER et al., 2016). O objetivo do Projeto RElona é o reaproveitamento das lonas de banners para confecções de outros produtos, como sacolas, bolsas, estojos, dentre outros. Em outros locais do Brasil existem projetos semelhantes, que estão contribuindo de maneira social e sustentável para o aumento de vida útil dos banners e evitando assim o descarte inadequado.

Assim como o RElona, a “Associação Mãos que Criam”, em Brasília, composta por mulheres de baixa renda que buscam capacitação empresarial por meio do reaproveitamento de materiais recicláveis, transforma a lona vinílica em bolsas e afins (DOS SANTOS et al., 2016). No Rio de Janeiro, a Organização Não-Governamental (ONG) “Tem Quem Queira” utiliza a lona como matéria prima para bolsas e acessórios, e possui uma loja online com peças divididas por Linha Casa, Linha Estilo e Linha Corporativa e oferece mais de 40 opções de produtos, sendo possível encontrar até porta-vinho e capa para IPAD. Já no município de Ponta Grossa, no Paraná, o projeto “SacoLona” transforma as lonas em sacolas de feira, pastas para eventos, necessários, estojos, porta moedas, entre outros (DOS SANTOS et al., 2016).

Dessa forma, frente a iniciativas que buscam reduzir o impacto ambiental do descarte incorreto de resíduos, assim como contribuir com organizações sociais e comunidades de baixa renda, a presente pesquisa propôs-se a desenvolver uma modelagem matemática de forma a linearizar o comportamento de descarte de banners em eventos, propondo novos produtos que podem ser gerados. A seguir é apresentada a metodologia que permitiu o desenvolvimento do estudo, bem como o desenvolvimento do modelo, o experimento e as análises dos resultados obtidos.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Para construção do presente artigo utilizou-se a metodologia de Pensamento Sistêmico combinada com a metodologia de Planejamento por Cenários. Segundo Andrade (2006), esta combinação já existe há alguns anos, e foi gerada para auxiliar as organizações a compreenderem sistematicamente a realidade presente e a desvendarem os possíveis caminhos de desdobramento

do futuro. Juntos tais métodos possibilitam entender as forças que moldam a realidade, a fim de visualizar possíveis futuros. Com este processo desafiam-se maneiras institucionalizadas de pensar e agir, e promove-se o aprendizado organizacional e a emergência de um futuro profundamente desejado.

Porém, para esses benefícios se concretizarem, nota-se a necessidade de, em termos metodológicos, relacionar-se em um todo coerente, as metodologias de Pensamento Sistêmico e de Planejamento por Cenários. De um lado, o pensamento Sistêmico é uma ferramenta capaz de trazer à compreensão as forças estruturais que moldam a realidade. Por outro, o Planejamento por Cenários promove a aprendizagem e o desafio aos modelos mentais por meio da visualização de futuros possíveis. Com ambas metodologias atuando conjuntamente para alimentar o processo estratégico, tem-se um aporte metodológico capaz de oferecer os benefícios acima descritos de uma maneira sinérgica. Além disso, evita-se que o processo estratégico sofra dificuldades, tais como a tendência de focalizar-se em eventos, o hábito ineficaz de buscar prever o futuro, o comportamento reativo de adaptação ao futuro e a focalização somente em resolução de problemas

Para construir cenários deve-se, primeiramente, definir a decisão central a ser tomada, o problema ou situação de interesse a ser avaliada. Depois, é necessário que se identifique as principais forças motrizes, as quais, segundo Schwartz (2000), são aquelas forças que atuam estruturalmente na realidade e que são importantes para (e impactam sobre) as decisões dos indivíduos e os desdobramentos das decisões no futuro. As forças motrizes são de dois tipos: (1) *elementos predeterminados* (ou tendências), que são forças sobre as quais, do ponto de vista estrutural, tem-se uma visão muito clara de como elas se desdobrarão no futuro; e (2) *incertezas críticas*, que são forças para as quais não se tem uma ideia muito clara sobre seus desdobramentos no futuro.

Sob a perspectiva sistêmica, as forças motrizes são as representadas pelos múltiplos enlaces de reforço e balanceadores de um mapa sistêmico da realidade atual. Enlaces são forças motrizes porque estão sistemicamente estruturados. Tenderia então a se afirmar que esses enlaces são os elementos que se predetermina, porque esta estrutura geraria certo padrão de comportamento se modelada e simulada em um *software* de dinâmica de sistemas.

Tendo-se uma variável incerta, o padrão de comportamento é incerto. Nesse caso, essa variável ou o conjunto de relações de causa e efeito as quais ela pertence seria uma incerteza crítica. Têm-se assim, vários cenários de ação de desdobramento.

É relevante admitir que um modelo da realidade atual nunca contém todos os potenciais fatores e enlaces possíveis. Por isso, a construção dos cenários passa por listar novas forças motrizes e classificá-las em elementos predeterminados e incertezas críticas, dentro do horizonte de tempo definido.

Segundo Andrade (2006), o método do PSPC (Pensamento Sistêmico e Cenários) obedece aos seguintes passos:

1) identificar a questão ou decisão central: Estabelecer a decisão ou o foco interno de interesse. O processo é realizado de "dentro para fora", a partir de uma demanda da própria organização.

II) identificar os fatores-chave no ambiente local: Listar os fatores-chave ou os indicadores que indiquem o sucesso ou fracasso da decisão;

III) avaliar o estado atual por meio do Pensamento Sistêmico: Buscar em referências bibliográficas o estado atual do problema a ser estudado;

IV) identificar as forças motrizes fundamentais no ambiente local e global e o inter-relacionamento sistêmico dessas forças: Listar as forças motrizes capazes de influenciar os fatores-chaves. Alguns terão uma tendência predeterminada, outras incertezas críticas. Esse processo de indicação leva à construção de panoramas relevantes de análise, bem como à identificação dos sinais sistêmicos de tendências predeterminadas ou de incertezas críticas;

V) hierarquizar por grau de importância e incerteza: Hierarquizar as forças motrizes de modo identificar os dois ou três fatores mais importantes e incertos;

VI) selecionar e presenciar as lógicas dos cenários: A definição das forças motrizes principais transforma essas em eixos com valores-limite que, uma vez cruzados, gerarão um pequeno número de possíveis cenários. Esses cenários estarão representados em um espectro (um eixo), uma matriz (dois eixos) ou em um cubo (três eixos). Em cada célula um enredo será desenvolvido, que caracteriza "de que mundo trata um cenário como esse";

VII) Encorpar os cenários: Identificar o que ocorre com os fatores-chave e com forças motrizes em cada um dos cenários;

VIII) selecionar indicadores e sinalizadores de cenários: Estabelecer graus de probabilidade para ocorrência dos diferentes cenários e definir quais indicadores ou sinalizadores mostrará de maneira mais eficaz o curso da história, para que decisões rápidas e efetivas sejam tomadas;

IX) construir modelos computacionais e experienciar os cenários: Englobar todo o conhecimento adquirido nas etapas anteriores e migrar para um modelo computacional, onde seja representada a realidade a ser vivida;

X) promover a visão do futuro: Projetar a solução em um horizonte de tempo a ser definido pelo modulador;

XI) determinar implicações, construir estratégias e decidir ações do presente, com aplicação de tal método, o produto principal será o ganho de aprendizagem fundamental para necessidades como tomada de decisões estratégicas.

3.1 Análise dos Resultados

Para realizar a análise dos resultados da simulação computacional, será utilizado o *software* Vensim. O Vensim possui as características de melhorar os sistemas reais, sendo muito utilizado para desenvolver e analisar modelos de dinâmica de sistemas. Através das ferramentas e suas extensões, apresenta para o usuário uma análise de alta qualidade, com dimensões que absorvem e checam a realidade. Podem-se interligar diferentes variáveis, atribuindo diferentes pesos além de fornecer ao usuário um ambiente para criação de modelos flexíveis. Outro benefício do software é o mesmo ser gratuito, podendo ser utilizado em salas de aula ou em outros ambientes educacionais, podendo ser baixado diretamente do site da (VENTANA SYSTEMS 2018).

As ferramentas do *software* utilizadas no artigo estão descritas a seguir:

(A) *Move/Size Words and Arrows*: Permite apontar uma variável, movê-la e alterar o tamanho. Quando essa tecla é pressionada surge um círculo no canto inferior direito das variáveis do modelo. Deslocando o círculo com o cursor podemos alterar o tamanho/formato da variável.

(B) *Variable – Auxiliary/Constant*: Define/cria uma variável, normalmente, uma constante. Pode ser uma auxiliar especificada “withlookup”. Essas definições são feitas no editor de Equações que veremos a seguir, que aparece quando apontamos a variável e o botão “Equations”. É utilizada para definir constantes, equações e tabelas “x” e “y”, não deve ser usada para acumular valores.

(C) *Box Variable – Level*: Define/cria uma variável onde vão ser acumulados valores. Normalmente do tipo “Level”. Os valores que serão somados ou subtraídos devem ser sempre indicados com variáveis definidas com o botão “Rate”. No editor de Equações temos de informar o valor inicial do acumulador.

(D) *Aroow*: Informa a uma variável a existência de outra variável que será usada na equação. A ponta da seta ficará no local onde o movimento do cursor terminar. No meio da “Aroow” vai aparecer um círculo que permite ajustar a seta resultante.

(E) *Rate*: Define/cria uma variável do tipo “Constant”, que poderá ser um valor ou uma equação. Essas variáveis indicam os valores que serão somados ou subtraídos nas variáveis acumuladores (*Box Variable - Level*).

(F) *Shadow Variable*: Define/cria uma variável já existente. Uma das que nós já criamos ou uma do sistema como <Time>. Ajuda a construir modelos sem setas (*Arrow*) cruzadas.

(G) *Equations*: Abre o Editor de Equações para colocarmos valores ou equações numa variável.

(H) *Set up a Simulation*: Executa uma simulação, permitindo alterar as variáveis exógenas.

(I) *Causes Strip*: Mostra quadro com os gráficos das “variáveis” e constantes que afetam a variável selecionada.

(J) *Graph*: Mostra quadro com o(s) gráfico(s) da variável selecionada.

(K) *Table*: Mostra quadro com tabela (semelhante Excel) apresentando os valores da variável selecionada, em linha(s) na horizontal.

Na sessão a seguir está representado o desenvolvimento dos submodelos.

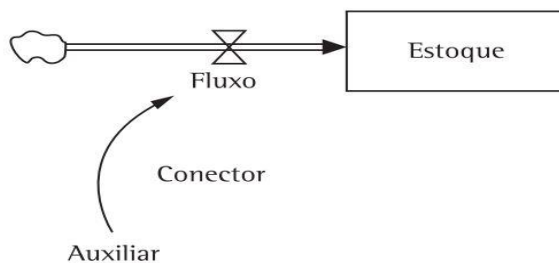
4. DESENVOLVIMENTO DO MODELO

O propósito deste artigo foi construir um modelo para auxiliar o processo decisório no descarte de banners utilizados em eventos científicos e publicitários. Desenvolveu-se um modelo com dados coletados de uma IES da região central do estado do Rio Grande do Sul. A criação do modelo computacional foi realizada utilizando o software Vensim (VENTANA SYSTEMS,2018).

Um modelo é construído com basicamente quatro componentes estoques, fluxos, variáveis auxiliares e os conectores. Os estoques são variáveis de estado e podem ser considerados como repositórios para acumular ou armazenar para outros elementos do sistema (DEATON; WINEBRAKE, 2000), tem como principal importância fornecer uma visão de como está o sistema em qualquer

instante de tempo, mudanças nos estoques não são instantâneas, elas demandam certo tempo e ocorrem devido à ação dos fluxos. Por sua vez, os fluxos, são variáveis de ação, elas podem aumentar ou diminuir o volume determinado no estoque. Produz crescimento ou redução dos estoques, o movimento de materiais e a informação dentro do sistema. As variáveis auxiliares são componentes para a realização de operações algébricas, que processam informações a respeito dos estoques e fluxos ou representam fontes de informação externas ao sistema (BLOIS; SOUZA, 2008). Por fim, existem os conectores que são os que representam as inter-relações entre todos os componentes, ou seja, são essas interligações que ligam os componentes que formam a expressão matemática (DEATON; WINEBRAKE, 2000). Possuem função de “links” de informação que descrevem a relação entre estoques, fluxos e auxiliares. A Figura 3 demonstra cada um dos componentes de um modelo.

Figura 3 - Componentes do modelo



Fonte: Simonetto; Lobler(2014)

O modelo computacional, construído a partir do método aplicado, permitiu aos modeladores arquitetar gráficos de relações causais, delimitando relações de causa e efeito existentes no sistema estudado. Para representar quantitativamente o modelo, utilizou-se a ideia de modelos de Estoque e Fluxo, onde as relações são expressas através de fórmulas lógico-matemáticas.

A variável auxiliar "*TotalBanners*" armazena a média de banners recebidos nos congressos da IES estudadas. Através da variável "*time*" pode-se projetar a média de trabalhos apresentados na modalidade banners nos dez anos seguintes ao estudo. Existe na IES uma coleta destes banners após encerramento dos congressos, onde transforma-se o rejeito em novo produto, estendendo seu ciclo de vida. As variáveis auxiliares "*Descartados*" e "*Lixo*" armazenam estas taxas, que serão alteradas nos cenários propostos, sendo que as variáveis "*Média de Descarte*" e "*Média de Geração de Lixo*" serão responsáveis por estas modificações.

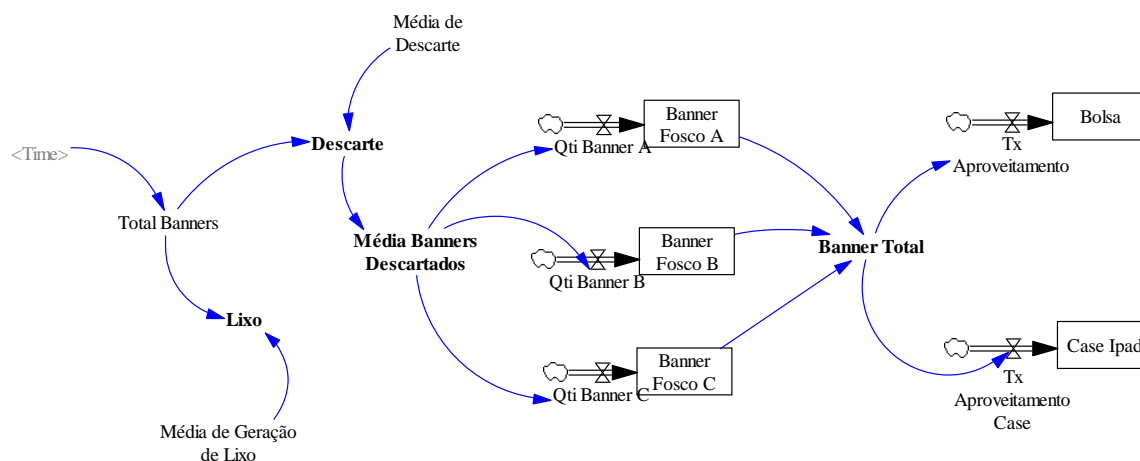
As variáveis de estoque "*BannerFoscoA*", "*BannerFoscoB*" e "*BannerFoscoC*" representam os três tipos de banners mais utilizados nestes eventos. As variáveis são alimentadas pelas variáveis constantes "*QtiBannerA*", "*QtiBannerB*" e "*QtiBannerC*", que representam as taxas médias de tamanho de banners.

O principal objetivo deste estudo foi verificar a quantidade de produtos que podem ser gerados a partir da reutilização da lona dos banners. Foram escolhidos dois produtos: bolsa e case de *lpad*, por serem os dois produtos mais gerados a partir do reaproveitamento da matéria prima

estudada (JUNG et al, 2015). As variáveis de estoque "Bolsa" e "Case/Ipap" armazenam os dados gerados pelas interações do modelo.

A Figura 4 apresenta o modelo com as representações de causa e efeito que acontecem no sistema.

Figura 4 – Modelo Computacional Desenvolvido



Fonte: Elaborado pelos autores

5. EXPERIMENTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para realizar a modelagem e análise dos resultados da simulação computacional foi utilizado o software Vensim. Suas características auxiliam a melhorar os sistemas reais, e o mesmo é muito utilizado para desenvolver e analisar modelos de dinâmica de sistemas. Por meio de ferramentas e extensões, o software apresenta uma análise de alta qualidade, com dimensões que absorvem e checam a realidade, podendo interligar diferentes variáveis, atribuindo diferentes pesos, além de fornecer ao usuário um ambiente para criação de modelos flexíveis. O software é gratuito, podendo ser utilizado em salas de aula ou em outros ambientes educacionais (KLEIN et al, 2016).

Técnicas prospectivas, como a geração de cenários originaram-se entre os militares, durante a segunda Guerra Mundial. Utilizadas de forma sistemática, principalmente pelos Estados Unidos da América, para apoio a mecanismos de formação de estratégias bélicas (MARCIAL; GRUMBACH, 2005). Na França, segundo Godet et al. (2000), esses artifícios eram utilizados em estudos de prospecção geográfica e a partir disso, tal método passou a ser utilizado em setores da indústria e agricultura.

No Brasil, as empresas utilizaram pela primeira vez a análise por cenários entre os anos de 1980 e 1987. Empresas como a Petrobrás e a Eletrobrás possuíam projetos de longo período e necessitavam de uma análise em grande espaço de tempo. Também no final dessa década, o trabalho elaborado pelo BNDES, em 1989, de conteúdo mais econômico, teve grande impacto e abriu grande discussão política sobre os cenários do Brasil (MORETTI, 2000).

Para executar a simulação referente a esse estudo, foram gerados três cenários apresentados no Quadro 1. O objetivo de gerar cenários não é descobrir qual será o verdadeiro futuro, mas sim construir cenários igualmente plausíveis de acontecer e, a partir disso, definir estratégias robustas do presente. Os cenários devem diferir significativamente dos demais, para facilitar o exercício de presenciar futuros diferentes (ANDRADE, 2006). Um dos principais papéis de trabalhar com cenários é desafiar nossos modelos mentais do presente durante o processo de visualização. No fundo, o objetivo é aprimorar a aprendizagem estratégica, utilizando-se da diversidade cultural da organização.

Quadro 1 – Resumo dos cenários do estudo

	Cenário Atual	Cenário Otimista	Cenário Incerteza
Qti Banner A	70 %	70 %	70 %
Qti Banner B	22 %	22 %	22 %
Qti Banner C	8 %	8 %	8 %
Tx Aproveitamento	75 %	75 %	75 %
Tx Aproveitamento Case	25 %	25 %	25 %
Total Banners	3 % aa	3 % aa	3 % aa
Média de Descarte	40 %	40 % a 80 %	20 % a 80 %

Fonte: elaborado pelos autores.

Foi utilizado o ano de 2017 como ano inicial para a coleta dos Banners e também como ponto inicial para a simulação executada, o resultado é apresentado na sessão a seguir.

5.1 Simulação Computacional Desenvolvida

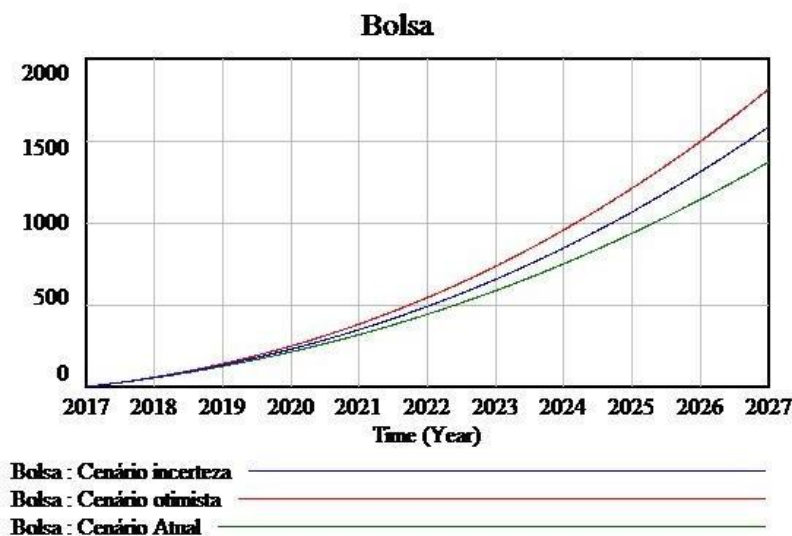
Cada vez mais a logística reversa de banners se torna uma ação de sustentabilidade nas agências de comunicação, órgãos públicos e instituições que promovem eventos com frequência. A reutilização dos resíduos de sinalização é uma ação de marketing sustentável praticado pelos clientes do Projeto Ecobolsa Brasil.

Diante da necessidade de encontrar alternativas sustentáveis para os banners após o uso, que não tem outro destino além do lixo, por falta de uma política de reutilização na região (CARDOSO et al, 2016). Acerca das necessidades do âmbito, fez-se uma rápida análise e foi possível visualizar a possibilidade da criação de dois produtos sendo eles, Bolsas e Cases para IPAD.

A primeira análise desenvolvida tem o objetivo de verificar a quantidade de bolsas que poderiam ser geradas a partir do reaproveitamento de banners utilizados em congressos. No horizonte de tempo estipulado (Dez anos), o cenário otimista apresentou o melhor desempenho, chegando a fabricar cerca de 1.667 bolsas no final de 2027, uma média de 166 bolsas ao ano. O cenário incerteza é o segundo melhor cenário, onde há uma variação de coleta dos banners entre os anos de 2017 a 2027. Com esta variação, serão gerados cerca de 167 bolsas ao ano, 40 bolsas

acima do cenário atual que, apesar de reaproveitar os banners, não apresenta o mesmo desempenho dos demais cenários. A Figura 5 apresenta o resultado desta análise.

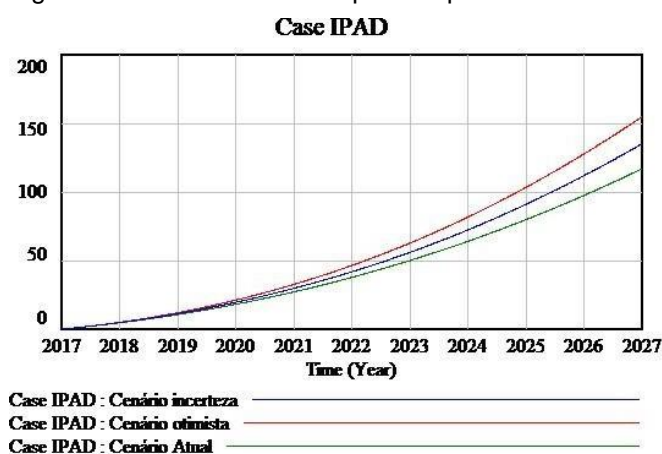
Figura 5 – Quantidade de Bolsas



Fonte: elaborado pelos autores

A segunda possibilidade de reaproveitamento dos banners é a produção de cases para iPads, sendo o resultado da simulação exposto na Figura 6. Novamente, o cenário otimista gerou mais produtos oriundos dos banners, chegando em até 158 produtos, cerca de 50 cases a mais que o cenário atual, que apresentou o pior desempenho na grandeza estudada.

Figura 6 – Quantidade de Capas de Ipad

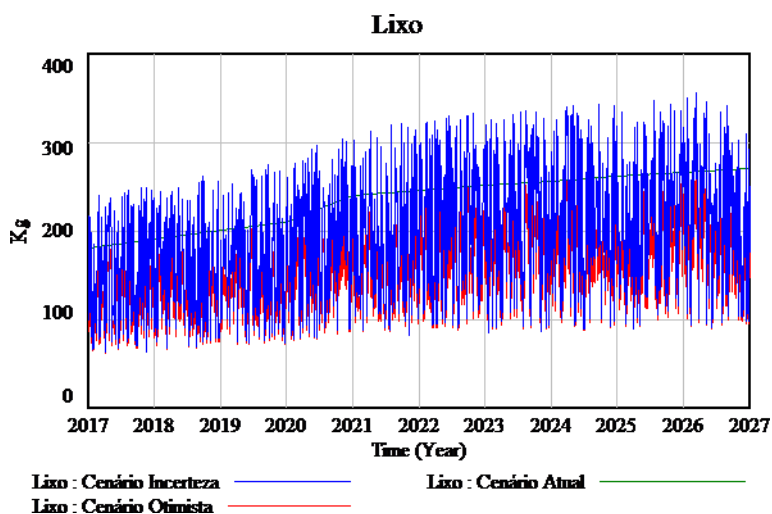


Fonte: Elaborado pelos autores.

Reaproveitar os banners acarreta na diminuição da geração de resíduos sólidos, e agrega valor ao material. O cenário Atual, apesar de já praticar políticas para redução da geração de RSUs, reduz cerca de 197 kg ao ano. O cenário otimista, em 2017, terá reduzido cerca de 2.516 kg de rejeito, sendo o segundo melhor cenário. O cenário incerteza apresenta ao decisor o melhor cenário

para redução de geração de rejeitos, conforme Figura 7, que apresenta como o mesmo predomina, reduzindo 270 kg de lixo ao ano.

Figura 7 – Geração de Rejeito



Fonte: elaborado pelos autores

Os resultados totais estão representados no Quadro 2, no qual fica evidenciado as diferenças no impacto de cada horizonte estudado.

Quadro 2 – Resultados do Modelo

	Atual	Otimista	Incerteza
Bolsa	1277	1854	1667
IPAD	108	158	138
Redução de Lixo (em kg)	1.977	2.516	2.700

Fonte: elaborado pelos autores

6. EXPERIMENTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Em uma sociedade cada vez mais consumista, a realização de análises do ciclo de vida dos produtos e do consequente impacto ambiental resultante do descarte torna-se de fundamental importância na busca por um futuro melhor. O objetivo desta pesquisa foi conceber uma modelagem matemática que seja capaz de linearizar o comportamento do descarte dos banners, apresentando aos decisores novos produtos que podem ser gerados por meio da reciclagem do banner de lona.

Nesse sentido, surgem as iniciativas de reaproveitamento de resíduos sólidos, que buscam a prolongação da vida útil de materiais nobres, bem como evitar que materiais de difícil degradação sejam depositados na natureza. Para Simonetto, Modro e Oliveira (2014), os processos de reciclagem tornam-se uma excelente alternativa na preservação de recursos naturais, economia de energia, redução de área de aterro, além de geração de empregos, renda e conscientização pública para questões ambientais.

Cabe ainda considerar que decisões estratégicas importantes são tomadas sem que se saiba a relevância, bem como quais os tempos de resposta dos sistemas onde elas devem produzir seus resultados. Isso, frequentemente, tem sido causa de oscilações ou mesmo da falência total de sistemas que se desejam estáveis. Dessa forma, os modelos de Dinâmica de Sistemas ajudam a explicitar e a estudar estes tempos de resposta inerentes a qualquer sistema.

Através dos resultados gerados pela simulação, o decisor poderá estimar quantos produtos poderão ser gerados pelo recolhimento dos banners pós-eventos, congressos, entre outros, desenvolvendo campanhas para redução de RSU por parte da população e até mesmo iniciar o processo para a construção de um novo produto. O uso de ferramentas de apoio à decisão na gestão de resíduos pode agregar qualidade ao processo decisório, pois, a partir de técnicas analíticas e numéricas, a decisão final passa a não ser baseada apenas na experiência pessoal ou em critérios subjetivos.

Com relação aos resultados gerados para os cenários avaliados, o cenário denominado otimista ideal futuro foi superior aos outros dois em quase todos os aspectos, porém na variável referente à geração de rejeitos, obteve um pior desempenho que o cenário incerteza. Os resultados apontam uma estratégia para a redução do acúmulo de resíduos e desperdício de matéria prima gerado pelo grande uso dos banners acadêmicos, possibilitando uma alternativa mais saudável para o meio ambiente, além de possibilitar a extensão do ciclo de vida do mesmo material nobre que o compõe.

Uma das principais limitações desta investigação refere-se ao fato de o modelo ter sido desenvolvido para analisar uma instituição específica, o que impede a generalização dos achados para outros tipos de organizações, embora o fato de este ser um modelo aberto torne possível a análise de novos cenários com diferentes IES. Outra limitação refere-se à questão de não ter sido analisada a possibilidade de ganho financeiro a partir da produção de novos itens e também ganho ambiental gerado pela reciclagem dos banners de lona. Como trabalho futuro, pretende-se incluir novas variáveis no modelo como, por exemplo, impacto ambiental e também desenvolver uma análise do custo-benefício da criação de novos produtos, verificando a possibilidade de ofertar novas oportunidades de geração de renda.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A.L, et al. Pensamento Sistêmico: caderno de campo: o desafio da mudança sustentada nas organizações e na sociedade, Porto Alegre, Bookman, 2006.

BECKER, D. V, et al. Projeto RElona: Iniciativas locais transformando realidades. In: FÓRUM INTERNACIONAL ECOINVAR, 5., 2016. Santa Maria/RS. Anais... Santa Maria/RS: UFSM, 2016. Disponível em: <<http://ecoinvar.com.br/cd2016/>>. Acesso em: 6 de Jul. 2018.

BLOIS, Henrique Dias; SOUZA, João Carlos. Cenários prospectivos e a dinâmica de sistemas: proposta de um modelo para o setor calçadista. RAE-Revista de Administração de Empresas, v. 48, n. 3, p. 35-45, 2008.

CALDEIRA-PIRES, A.; RABELO, R. R.; XAVIER, J. H. V. Uso potencial da Análise do Ciclo de Vida (ACV) associada aos conceitos da produção orgânica aplicados à agricultura familiar. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 19, n. 2, p. 149-178, 2002.

CARDOSO, L.J.S; VALENTE, V. F; RODRIGUES, V.T; PAVALK, A. RODRIGUES, M.N; Alternativas sustentáveis para reutilização de banners em Universidade do Estado do Pará. In: XXXVI Encontro nacional de engenharia de produção. João Pessoa/PB, 2016.

CHANG, N.; WEI, Y. Siting recycling drop-off in urban area by genetic algorithm-based fuzzy multiobjective nonlinear integer programming modeling. Fuzzy Sets and Systems, v.114, p.133-149, 2000.

DEATON, Michael L.; WINEBRAKE, James J. Atmospheric Chemistry and Pollution Transport. Dynamic Modeling of Environmental Systems, p. 174-186, 2000.

DOS SANTOS, K. M. B, et al. Reutilização de Banners descartados para fabricação de bolsas. 14º CONEX – Encontro Conversando sobre Extensão na UEPG. Ponta Grossa. 2016.

FERREIRA, J. V. R. Análise de ciclo de vida dos produtos. Gestão Ambiental. Instituto Politécnico de Viseu, v. 80, 2004.

GLAVIČ, P.; LUKMAN, R. Review of sustainability terms and their definitions. Journal of cleaner production, v. 15, n. 18, p. 1875-1885, 2007.

GODET, Michel et al. La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique, 2000.

GUINEE, Jeroen B. et al. Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future. Environmental science & technology, v. 45, n. 1, p. 90-96, 2011.

GÓMEZ-CORREA, Jaime A.; AGUDELO-SUÁREZ, Andrés A.; RONDA-PÉREZ, Elena. Social conditions and health profile of recyclers from Medellín. Revista de Salud Pública, v. 10, n. 5, p. 706-715, 2008.

ISO, E. N. 14040: 2006. Environmental management-Life cycle assessment- Principles and framework. European Committee for Standardization, 2006.

JUNG, Aliar Anacleto et al. Projeto RElona: reaproveitamento de lonas de banner. In: FÓRUM INTERNACIONAL ECOINVAR, 4., 2015, Santa Maria/RS. Anais... Santa Maria/RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2014. Disponível em: <<http://ecoinvar.com.br/cd2015/arquivos/artigos/ECO825.pdf>>. Acesso em: jul. 2017.

KLEIN, Leander Luiz et al. Uso de Resíduos de Pneumáticos Inservíveis na Produção de Concreto Para Blocos: uma simulação computacional. Sustentabilidade em Debate, v. 7, n. 1, p. 121-139, 2016.

MARCIAL, E. C.; GRUMBACH, R. J. S. Cenários prospectivos: como construir um futuro melhor. 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2005

MEDINA, Martin. Scavenger cooperatives in Asia and Latin America. Resources, Conservation and Recycling, v. 31, n. 1, p. 51-69, 2000.

MORETTI, C. S. Cenários em segurança: visão prospectiva. São Paulo: Universidade Corporativa de Risco Empresarial (URE) /Brasiliano & Associados, 2000.

O'LEARY P.R., WALSH P. Decision Maker's Guideto Solid Waste Management. Vol. 2, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC, 1999.

PABLOS, N. P; BURNES, E. L. Bien recolectada pero mal tratada: el manejo municipal de la basura en ciudad Obregón Hermosillo y Nogales. Revista de Investigación Científica Estudios Sociales, v. 15, n. 3, p. 167-193,2007.

SCHAWARTZ, P. A arte da visão de longo prazo. São Paulo, Best Seller, 2000.

SIMONETTO, E.O., MODRO, N. R.; OLIVEIRA, L. C. V. Uso de systems dynamics para avaliação de cenários sobre a reciclagem de resíduos sólidos e seu impacto na economia de energia elétrica. Revista de Administração da UFSM, 2014.

SIMONETTO, E.O.;LÖBLER, M. L. Simulação baseada em system dynamics para avaliação de cenários sobre geração e disposição de resíduos sólidos urbanos. Production, v. 24, n. 1, p. 212-224, 2014.

DE SOUZA, Maria Tereza Saraiva; DE PAULA, Mabel Bastos; DE SOUZA PINTO, Helma. O papel das cooperativas de reciclagem nos canais reversos pós-consumo. RAE-Revista de Administração de Empresas, v. 52, n. 2, p. 246-262, 2012.

VENTANA SYSTEMS. Vensim Simulation Software. Disponível em:<<http://www.vensim.com>>. Acesso em: Jun. de 2018.

XAVIER, J. H. V.; CALDEIRA-PIRES, A. Uso potencial da metodologia de Análise de Ciclo de Vida (ACV) para a caracterização de impactos ambientais na agricultura. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 21, n. 2, p. 311-341, 20