



## O USO DE DINÂMICA DE SISTEMAS PARA AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS SOBRE TERCEIRIZAÇÃO (*OUTSOURCING*) DE IMPRESSÃO EM UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO

**Fernando Negrini**

[negrinifnd@hotmail.com](mailto:negrinifnd@hotmail.com)  
Universidade Federal de Santa  
Maria – UFSM, Santa Maria, Rio  
Grande do Sul, Brasil.

**Eugênio de Oliveira Simo-  
netto**

[eosimonetto@ufsm.br](mailto:eosimonetto@ufsm.br)  
Universidade Federal de Santa  
Maria – UFSM, Santa Maria, Rio  
Grande do Sul, Brasil.

**Glauco Oliveira Rodrigues**

[glauco10@redes.ufsm.br](mailto:glauco10@redes.ufsm.br)  
Universidade Federal de Santa  
Maria – UFSM, Santa Maria, Rio  
Grande do Sul, Brasil.

**Hélio Cristiano Gomes Alves  
de Castro**

[hleiodecastro@gmail.com](mailto:hleiodecastro@gmail.com)  
Instituto Politécnico do Porto,  
Porto, Portugal.

**RESUMO**

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) emergem como uma ferramenta estratégica, indispensável à sobrevivência de qualquer organização. Entretanto, o uso excessivo de TIC pode trazer inconvenientes, como a dependência ao equipamento, a rápida obsolescência destes, e os custos crescentes com manutenção. O uso ineficiente da TIC pode resultar em maiores custos para as organizações, fato que pode fazê-las perder vantagens competitivas importantes. Neste contexto, a terceirização de impressão pode ser uma alternativa para instituições reduzirem seus custos e se tornarem mais competitivas. O objetivo do artigo é avaliar cenários acerca da viabilidade financeira da terceirização (*outsourcing*) de impressão em uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES). Para tanto, foi realizada uma investigação de natureza exploratória, de abordagem quantitativa, com a utilização da modelagem computacional, e o uso da metodologia de Dinâmica de Sistemas, com simulação e avaliação de três diferentes cenários: cenário atual, cenário provável, cenário improvável. Os resultados obtidos indicam que o cenário improvável (100% das impressoras locadas) resultou em menores custos de impressão ao longo do período do experimento, totalizando R\$ 637.828,00; o cenário provável (50% das impressoras locadas) totalizou R\$ 1.000.480,00; enquanto que o cenário atual (20% das impressoras locadas) resultou em custos de R\$ 1.603.060. Com as simulações, constatou-se que a locação de impressoras (terceirização de impressão) é a melhor alternativa, em termos financeiros, para a IFES que serviu de referência para o estudo, resultando em menores custos de impressão em comparação à aquisição de impressoras. A utilização de modelagem de sistemas para avaliar cenários tem sido utilizada para apoiar gestores na tomada de decisão envolvendo TIC, porém, não foram encontrados na literatura trabalhos voltados à simulação de viabilidade financeira da terceirização de impressoras. Sendo assim, este trabalho procurou sanar esta lacuna, através do desenvolvimento e validação de um modelo de simulação, que pode ser aplicado em diferentes cenários e tipos de organizações, e servir de referência para estudos futuros.

**Palavras-chaves:** Terceirização; Modelagem; *Outsourcing* de Impressão



## 1. INTRODUÇÃO

O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na vida das pessoas é uma realidade, haja vista a grande utilização de computadores pessoais, dispositivos portáteis, smartphones, tablets, impressoras, e dispositivos de comunicação, como fibra ótica, cabos de comunicação e equipamentos (Simonetto *et al.*, 2016). A evolução destas ferramentas impulsiona a criação e o aprimoramento de equipamentos que tanto auxiliam a solução de problemas e automatizam tarefas, quanto facilitam a comunicação e o entretenimento.

No campo da gestão, a automação administrativa, como fenômeno induzido pelo uso da informática, e as tecnologias de tratamento da informação no exercício da função administrativa, são, hoje, aspectos presentes e irreversíveis (Saddy, 2014). Entretanto, conforme Saddy (2014), o uso de TIC pode trazer muitos inconvenientes, como a dependência ao equipamento, a rápida obsolescência destes, os custos crescentes com manutenção de equipamentos, ou um tratamento desumanizado. Neste sentido, os custos de manutenção, atualização e funcionamento de equipamentos e ferramentas de TIC não podem ser ignorados, principalmente em organizações que possuem grande quantidade de equipamentos de informática, o que gera um elevado montante de recursos alocados na manutenção das operações diárias destas ferramentas tecnológicas. O uso ineficiente da TI, além de prejudicar o meio ambiente, pode resultar em maiores custos para as organizações, fato que pode fazê-las perder vantagens competitivas importantes (Melville, 2010).

Uma das alternativas para tentar diminuir os custos operacionais é a terceirização (*outsourcing*) de serviços de informática, a exemplo da locação de impressoras. Conforme Preusler *et al.* (2005), a prática administrativa da terceirização poderia ser uma ótima alternativa para solucionar o problema do desperdício, além de ter um custo baixo. Estes serviços podem ser considerados uma opção em organizações onde equipamentos de impressão estão muitas vezes sucateados, sem condições de uso, gerando retrabalho, elevados custos fixos, custos de aquisição e reposição de toners e cartuchos (Silveira *et al.*, 2012).

Na Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) em análise, de acordo com o Plano de Logística Sustentável – PLS (UFSM, 2016), o inventário de bens móveis indica que existem 3.127 impressoras na instituição, entre impressoras matriciais, jato de tinta, laser, copiadoras e multifuncionais. Estes equipamentos necessitam de manutenção, recarga ou aquisição de novos cartuchos e toners para impressão, além do seu descarte quando se tornam obsoletos, resultando em lixo eletrônico. A insti-

tuição também utiliza o serviço de locação de impressoras (*outsourcing*), incluindo assistência técnica, manutenção preventiva e corretiva, com reposição de peças e insumos, o qual é prestado por uma empresa terceirizada. Porém, não se tem estudos que identifiquem qual alternativa é mais viável financeiramente: a aquisição de equipamentos de impressão ou a contratação de serviços de terceirização (*outsourcing*) de impressão (locação de impressoras).

A utilização de modelagem de sistemas e da pesquisa operacional para simular e avaliar cenários tem sido utilizada para apoiar gestores na tomada de decisão envolvendo TIC, mais especificamente equipamentos eletrônicos, em instituições de ensino superior, a exemplo de descarte de lixo eletrônico (Schneider *et al.*, 2015), remanufatura voltada a computadores (Simonetto, *et al.*, 2016), e reaproveitamento de toners e cartuchos de impressoras (Costa Filho *et al.*, 2006; Huang e Sartori, 2012; Moura *et al.*, 2012). Porém, não foram encontrados trabalhos voltados à simulação de viabilidade financeira da terceirização de impressão (locação de impressoras), o chamado *outsourcing* de impressão.

O objetivo do artigo é avaliar cenários acerca da viabilidade financeira da terceirização (*outsourcing*) de impressão em uma IFES através do desenvolvimento de um modelo de simulação computacional. Através da construção deste modelo, espera-se auxiliar os gestores no processo de tomada de decisão, em relação à locação, ou não, de impressoras, de forma a minimizar os custos gerados pela utilização destes equipamentos. Para a validação do modelo foram realizadas simulações em diferentes cenários, com a utilização de dados reais coletados em uma IFES localizada no estado do Rio Grande do Sul.

O trabalho está organizado da seguinte forma: a seção 1 contém a introdução com a contextualização e os objetivos do trabalho; na seção 2 é apresentado o referencial teórico, com os tópicos que forneceram embasamento para as análises e discussões; na seção 3 é apresentado o método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento do estudo. A seção 4 contém o desenvolvimento do modelo de simulação; a seção 5 contém o experimento e os resultados, com os cenários de simulação e o experimento utilizando o modelo; e por fim, a seção 6 contém as conclusões, limitações e sugestões de estudos futuros.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Nesta etapa serão apresentados os temas terceirização e custos, os quais forneceram embasamento teórico nas análises e discussões dos resultados obtidos.



## 2.1 Terceirização

A terceirização alcança atualmente diversos setores e é um fenômeno que se espalha rapidamente pelo mundo inteiro, sendo um fenômeno recente, que surgiu nos Estados Unidos, antes da segunda guerra mundial (Serra, 2011). Conforme Prado (2005), a terceirização se caracteriza como uma técnica de gestão, que leva a mudanças estruturais e culturais na organização, significando mais que simplesmente cortar custos. Ela representa um tema importante e atual, que agrega valor aos negócios da organização e constitui uma estratégia chave para a alta administração da empresa.

O conceito de terceirização é definido por Pagnoncelli (1993, p.10) como “um processo planejado de transferência de atividades para serem realizadas por terceiros”. O autor explica que é um “processo” porque é contínuo, permanente; é planejado porque implantar um programa de terceirização sem considerar o planejamento estratégico é um erro que poderá comprometer o programa; atividades referem-se às atividades que não sejam o âmago da missão da empresa; e realizada por terceiros porque são executadas fora da empresa. Para Oliveira (1998), denomina-se terceirização o liame que liga uma empresa tomadora à empresa prestadora de serviços, mediante contrato regulado pelo direito civil, comercial ou administrativo, cuja finalidade é realizar serviços coadjuvantes da atividade-fim. Definição semelhante é dada por Giosa (1997, p. 14), que vê a terceirização como “a tendência de transferir, para terceiros, atividades que não fazem parte do negócio principal da empresa”.

Serra (2011) cita vantagens e desvantagens da terceirização. Dentre as vantagens, a autora menciona a melhoria da qualidade dos serviços, a possibilidade de transferência de tecnologia sem custos extras, a diminuição dos custos fixos e variáveis da empresa, a maior facilidade de controle de custos pelo contratante, a focalização dos negócios da empresa em sua área de vocação, a diminuição de risco de obsolescência de equipamentos e a redução do custo de estoques. Já em relação às desvantagens, Serra (2011) cita a dificuldade de encontrar um parceiro ideal, a dificuldade de formular contratos de parceria, a dificuldade de controle de contratos, a dificuldade no controle do custo interno com a empresa parceira, e a escolha de fornecedores não qualificados que reduzem a qualidade do produto/serviço.

A tomada de decisão pela terceirização por parte das organizações possui muitas razões e motivações. Bergamaschi (2004) cita que os motivadores para a terceirização podem ser diversos, mas são fundamentalmente de origem econômica, técnica ou estratégica. Dentre as principais motivações apresentadas pelo autor estão a redu-

ção de custos, a melhoria da qualidade dos serviços, e o foco em atividades relacionadas às competências essenciais da organização. As razões para terceirizar podem ser explicadas pelas vantagens oferecidas por fornecedores externos, que possuem equipamentos e tecnologias mais eficientes, especialização e foco nas suas atividades, além da obsolescência precoce de equipamentos e tecnologias.

O crescimento dos acordos de terceirização, em termos de porte e importância, tem gerado uma crescente preocupação com os riscos envolvidos no processo. Prado (2005) elenca os principais fatores de risco envolvendo terceirização: elaborar contratos incompletos, permitir um gerenciamento passivo por parte do fornecedor, deixar de construir e manter habilidades e capacidades internamente, construir acordos com pouca flexibilidade para se adaptar à rápida mudança no ambiente tecnológico e de negócios, gerenciar acordos de terceirização total, tendo pouca experiência no processo, e terceirizar com o objetivo de efetuar uma reestruturação financeira de curto prazo.

Para Preusler *et. al* (2015), a terceirização pode ser utilizada tanto por organizações privadas quanto por organizações públicas. Segundo os autores, da mesma forma que empresas privadas terceirizam em busca de uma maior eficiência nas atividades meio, podendo dedicar-se com mais afinco às atividades fim, as organizações públicas também passaram a utilizar essa forma de administração, que ainda contribuiu para a redução da burocracia estatal.

Serra (2011) salienta que a terceirização está presente durante todo processo produtivo, não ficando restrita a serviços, atingindo a condição de participação conjunta na atividades-fim do processo produtivo de empresas de vários países, inclusive o Brasil, por isso é importante que a legislação brasileira se adapte a esta realidade. Em seu estudo, Prado (2005) constatou que, em relação ao grau de formalidade dos arranjos contratuais de serviços terceirizados de tecnologia da informação (TI), 81,3% dos arranjos são implantados através de contratos formais, enquanto os demais 18,7% de arranjos, sem contratos formais. Estes contratos sem formalização e sem definição de obrigações e direitos, geralmente adotados na contratação de serviços por demanda, a exemplo da manutenção de hardware, mostram que as alianças e parcerias realizadas com maior intensidade por empresas com cultura de terceirização são mais baseadas em confiança do que em contratos formais.

Apesar disso, a contratação de serviços terceirizados requer um cuidado especial. Conforme Cristofoli (2011), o processo de preparação e criação de um contrato de terceirização de serviços de TI deve ser exaustivo e completo, podendo, em alguns casos, ser extremamente complexo



por envolver em um único contrato aspectos como o fornecimento dos serviços, transferência de infraestrutura de hardware e software, bem como a de funcionários. Os contratos devem especificar os acordos e termos firmados entre as partes para o cumprimento das trocas econômicas e não será completo se não abranger as obrigações das partes envolvidas em todas as situações (Cristofoli, 2011).

## 2.2 Custos

Conhecer custos é uma condição essencial para administrar qualquer organização, independentemente do tipo e do porte, assim como exercer um melhor controle sobre as finanças. O custo está inserido na vida de todo indivíduo desde o nascimento até sua morte, uma vez que todos os bens e serviços necessários a seu consumo ou sua utilização têm um custo (Dutra, 2009). Tratando-se de organizações, os custos resultam de uma combinação de diversos fatores, entre os quais estão a capacitação tecnológica e produtiva relativa a processos, e a qualificação de mão de obra. De modo geral, reflete nos custos uma série de variáveis, tanto interna quanto externas. Entre as variáveis internas estão o modo de operar, os comportamentos e atitudes, e dentre as externas incluem-se o nível de demanda e os preços dos insumos (Megliorini, 2007).

O conceito de custo é definido por Dutra (2009, p. 17) como “a parcela do gasto que é aplicada na produção ou em qualquer outra função de custo, gasto esse desembolsado ou não. Custo é o valor aceito pelo comprador para adquirir um bem ou é a soma de todos os valores agregados ao bem desde sua aquisição, até que ele atinja a comercialização”. Para Bruni (2010), os custos correspondem aos gastos relativos a bens e serviços utilizados na produção de outros bens e serviços. Portanto, estão associados aos produtos e serviços utilizados pela entidade e representam uma transição de um investimento que tem como destino o valor dos estoques. Como exemplos, o autor cita gastos com matérias-primas, embalagens, mão de obra, aluguéis, seguros, etc. De forma semelhante, Megliorini (2007) afirma que custos correspondem à parcela dos gastos consumida no ambiente fabril para a fabricação do produto, pela aquisição de mercadorias para revenda e para a realização de serviços.

Dutra (2009) cita a diversidade de classificação dos custos, que variam quanto à natureza do objeto, quanto à apuração, quanto à formação, dentre outras classificações. Quanto à natureza, os principais tipos são: matérias-primas, mão de obra, energia elétrica, combustíveis, seguros, encargos sociais, aluguéis e manutenção. Quanto à apuração, os custos se classificam entre custos diretos (aqueles que podem ser diretamente apropriados a cada

tipo de bem ou órgão no momento da sua ocorrência) e custos indiretos (aqueles que não podem ser apropriados diretamente a cada tipo de bem ou função no momento da sua ocorrência). Já em relação à formação, os custos são classificados em fixos (custos de estrutura que ocorrem período após período sem variações, ou cujas variações não são consequência de variações do volume de atividades em igual período) e custos variáveis (variam em função da variação do volume de atividade, ou seja, da variação da quantidade produzida no período). Outro tipo de custo presente na atividade administrativa e que deve ser considerado pelos gestores é o custo de oportunidade. Conforme Bruni (2010), custos de oportunidade correspondem a gastos implícitos, inerentes à decisão, mas que geralmente não apresentam desembolsos efetivos. São apresentados como custos da alternativa preterida e devem ser formalmente considerados, ainda que não exista nenhum desembolso efetivo.

Considerando que um dos principais fatores que interferem na decisão das organizações entre “comprar ou fazer” é o fator econômico, conforme menciona Bergamaschi (2004), o estudo dos custos de transação tem sido amplamente utilizado em trabalhos envolvendo terceirização. A Teoria do Custo de Transação (TCT) representa a visão na qual os membros de uma organização tomam decisões de terceirização com base em razões econômicas. Williamson (1975), autor da TCT, coloca que os custos se originam de duas fontes: (1) custos de produção, que estão relacionados com material, capital e trabalho; e (2) os custos de coordenação, que são relacionados com planejamento, adaptação e monitoração das atividades. A TCT apresenta um modelo baseado em tipos de transações, na qual é indicado, para cada tipo de transação, a alternativa mais eficiente, ou seja, terceirizar – mercado - ou fazer internamente – hierarquia (Prado, 2005).

Os custos de transação se relacionam aos custos de má adaptação, quando as transações não estão alinhadas ao que foi estabelecido em contrato; aos custos de negociação, nas situações em que cliente e fornecedores realizam esforços para resolver questões que não estão alinhadas; aos custos de configuração e condução das estruturas de governança, através das quais as disputas são resolvidas; e aos custos de ligação à efetividade dos compromentimentos estabelecidos pelos atores (Williamson, 1996). A TCT considera que as características comportamentais dos agentes envolvidos nas transações podem afetar os tipos de contratos existentes e a decisão por um ou outro tipo de estrutura de governança utilizada. Dentre as características dos agentes econômicos envolvidos nas transações econômicas, a TCT destaca a racionalidade limitada e o oportunismo (Williamson, 1996).



### 3. MÉTODO

A pesquisa caracteriza-se por ser uma investigação de natureza exploratória, de abordagem quantitativa. Segundo Gil (2008), a pesquisa exploratória tem por finalidade ampliar o conhecimento a respeito de determinado fenômeno explorando uma determinada realidade.

Para atingir o objetivo proposto pela pesquisa, utiliza-se a modelagem computacional, caracterizada por modelos prescritivos. Esses baseiam-se na representação de objetivos e restrições de um processo, para o qual se buscam soluções otimizadas, podendo ser resolvidos de maneira exata ou aproximada (Goldberg e Luna, 2005). A partir de modelos, objetiva-se representar o mundo real de forma abstrata e simplificada, permitindo explicações ou testes de comportamento no todo ou em partes. Ainda segundo Goldberg e Luna (2005), um modelo não é idêntico à realidade, mas suficientemente similar para que as conclusões obtidas mediante sua análise e operação possam ser estendidas ao mundo real. A construção e execução de modelos serve para entender as consequências de tomar uma decisão ou outra, onde procuramos prever eventos que não podemos controlar para nos adaptarmos melhor a eles (Simon, 1990).

Através do processo de modelagem, pode-se simular e imitar o comportamento de, praticamente, qualquer tipo de operação ou processo do mundo real (Law e Kelton, 1991). Simonetto e Löbler (2014) relatam que uma das principais etapas de um estudo de simulação consiste na criação de um modelo lógico, o qual consiste em um conjunto de suposições e aproximações, devidamente quantificadas e estruturadas, que visam representar o comportamento do sistema real sob determinadas condições.

Uma das técnicas utilizadas para a simulação computacional é a metodologia de Dinâmica de Sistemas (DS). Ford (2009) define a DS como uma combinação de estoques e fluxos que utilizam uma estrutura computacional para serem simulados. Os estoques referem-se às variáveis do modelo que são acumuladas no sistema e os fluxos são as decisões ou políticas. Estes componentes podem estar organizados na forma de relações de causa e efeito, denominadas feedback de balanço ou de reforço, e estão sujeitos às defasagens temporais no sistema em análise.

Conforme Serra *et al.* (2000), o que a dinâmica de sistemas tenta fazer é compreender a estrutura de funcionamento dos sistemas e, assim, tentar prever e antecipar o comportamento que os sistemas produzem. Os autores afirmam que, de acordo com a literatura existente, os sistemas podem ser modelados tanto de forma qualitativa como quantitativa, o que difere são os instrumentos utilizados, sendo que “as descrições verbais e os diagramas

causais são mais do tipo qualitativo, enquanto os diagramas de estoque, fluxo e as equações constituem formas quantitativas de representar a dinâmica de sistemas”.

Law (2015) apresenta a metodologia de DS a partir de quatro etapas, as quais foram seguidas para o desenvolvimento deste trabalho:

1. Especificação e estruturação do problema de pesquisa, a partir de estudos em publicações científicas e relatórios técnicos, entrevistas com stakeholders e observações do ambiente onde os dados são coletados. Para este trabalho, a partir de levantamentos bibliográficos em literatura científica e técnica, e entrevistas com responsáveis pela contratação dos serviços de terceirização de impressoras, e com os gestores dos contratos, na instituição que serviu de base para o estudo, identificou-se o problema e levantaram-se suas variáveis.
2. Construção de modelos formais para a representação do problema. Nesta etapa, foram estruturadas as relações entre as variáveis, e definidas as equações para a geração de cada uma delas.
3. Implementação computacional dos modelos, podendo ser utilizados simuladores. A implementação foi realizada utilizando o software Vensim (Ventana Systems, 2016), um simulador computacional com suporte às necessidades do modelo, bem como da DS.
4. Verificação e avaliação da solução apresentada, através de testes simulados. Realizaram-se testes prévios, antes da execução da simulação completa, para verificar se os dados gerados em cada variável eram os esperados a partir da informação de entrada.

Desta forma, a metodologia de dinâmica de sistemas, através de diagramas de estoque, fluxo e equações, permite quantificar as relações entre os elementos do sistema e estudar o comportamento destes sistemas ao longo do tempo, auxiliando na tomada de decisões. O modelo foi desenvolvido, verificado e validado, tendo por objeto de análise uma instituição de ensino superior no Brasil, mas pode ser aplicado e estendido a outras organizações, de diferentes tipos e setores de atuação, desde que as especificidades do caso sejam adicionadas e tratadas no modelo.

#### 3.1. Desenvolvimento do Modelo de Simulação

As TIC são ferramentas indispensáveis à sobrevivência de qualquer organização. Entretanto, o uso excessivo de



TIC pode trazer inconvenientes, como a rápida obsolescência de equipamentos e custos crescentes com manutenção, o que pode gerar perdas importante de competitividade. Neste sentido, a terceirização de impressão pode ser uma alternativa para instituições reduzirem seus custos, como mencionado anteriormente. Neste artigo, um modelo de simulação é desenvolvido e validado com o objetivo de avaliar a viabilidade financeira da terceirização de impressão (locação de impressoras) da IFES que serviu de base para o estudo. Os resultados obtidos no modelo auxiliarão os gestores na decisão de terceirizar, ou não, a impressão de materiais.

A figura 1 apresenta a estrutura do modelo, com os componentes utilizados e suas inter-relações.

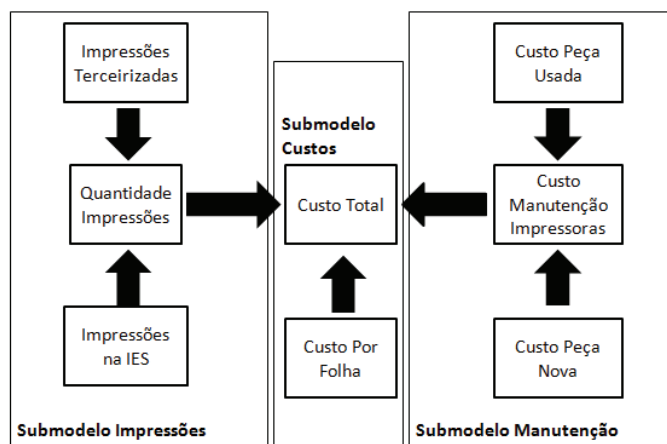


Figura 1. Estrutura do modelo desenvolvido

Fonte: Os próprios autores (2018)

A fim de facilitar o entendimento, o modelo foi dividido em três submodelos: (i) o submodelo impressões; (ii) o submodelo manutenção; e (iii) o submodelo custos. O modelo desenvolvido possui características computacionais e matemáticas muito utilizadas em situações gerenciais, cujas grandezas são representadas por variáveis de decisões, e as relações entre as variáveis são demonstradas por expressões/equações matemáticas (Lachtermacher, 2018). A seguir, os três submodelos são descritos.

O submodelo Impressões foi desenvolvido com o objetivo de mensurar e estimar a quantidade de impressões anuais da instituição analisada. O submodelo é composto por duas variáveis do tipo estoque, *Impressões* e *Impressões/IA*, responsáveis por armazenar a quantidade de impressões anuais, divididas em impressões por impressoras da instituição, e por impressoras da empresa terceirizada responsável pelo fornecimento do serviço de locação de impressoras à instituição, respectivamente. Ambas são abastecidas por informações de entrada de duas variáveis de fluxo, chamadas *Impressões* (quantidade de cópias im-

pressas em máquinas próprias) e *Impressões/IA* (quantidade de cópias impressas em máquinas locadas).

O submodelo ainda possui onze variáveis auxiliares: *Média Impressões IA* (quantidade média de cópias feitas pelas máquinas locadas), *Impressões por IA* (quantidade de cópias realizadas por máquinas locadas), *Média IA* (quantidade média de impressoras locadas), *Impressoras IA* (quantidade de impressoras locadas), *Impressoras Total* (quantidade total de impressoras locadas mais as impressoras próprias), *Impressoras* (quantidade de impressoras próprias), *Média Impressoras* (quantidade média de impressoras próprias), *Impressões P/ Impressora* (quantidade de cópias feitas por máquinas próprias), *Média Impressões* (quantidade média de cópias feitas por impressoras próprias), que são responsáveis por representar a variação por cenário. Uma *shadow variable* chamada "Time" é a entrada destas auxiliares, possibilitando o armazenamento dos dados temporais, tornando o modelo mais exato para uma análise de dez anos. O Submodelo Impressões está representado na figura 2, e suas equações (1 a 4) podem ser visualizadas no Quadro 1.

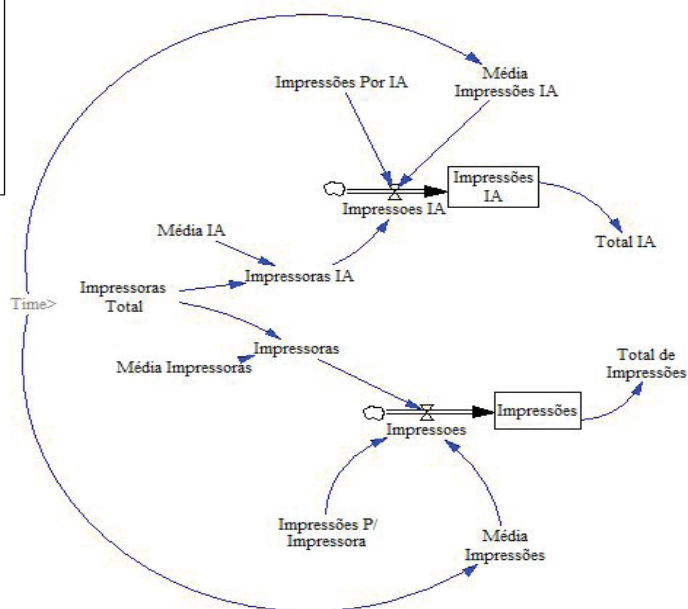


Figura 2. Submodelo Impressões

Fonte: Os próprios autores (2018)

Ainda completam o submodelo duas variáveis auxiliares chamadas de Total de Impressões (quantidade total de cópias feitas por impressoras locadas), Total de IA (quantidade total de cópias feitas por impressoras locadas), responsáveis por fazer a ligação com o Submodelo Custo. Através delas, os dados gerados por este submodelo serão inseridos na variável de entrada responsável por representar o custo por impressão.



A manutenção (corretiva ou periódica) de impressoras é realizada no laboratório de manutenção de informática de uma unidade de ensino da própria instituição. Através de dados coletados diretamente neste laboratório, identificou-se que os tipos de manutenções realizadas nas impressoras da instituição são: Limpeza interna e externa do equipamento (com exceção de limpeza de contatos apenas); Limpeza pesada ou química (lavagem); Troca de capacitores em placa; Conserto de fonte; Bateria de BIOS; Cabo IDE ou SATA, e ajustes básicos.

Através desta análise gerou-se o Submodelo Manutenção, composto por sete variáveis de estoque (*Limpeza Int/Ext*, *Limpeza Química*, *Troca de Capacitores*, *Conserto de Fonte*, *Bateria de BIOS*, *Cabo IDE/SATA* e *Ajustes*) responsáveis por armazenar o custo por tipo de manutenção. As variáveis de estoque possuem como entrada os dados armazenados nos fluxos *Total Limpeza*, *Total Química*, *Total Capacitores*, *Total Fonte*, *Total BIOS*, *Total Cabo* e *Total Ajustes*, que representam os custos totais por tipo de manutenção. Os fluxos, por sua vez, são responsáveis por absorver os dados gerados pelas variáveis auxiliares, as quais são compostas por dados anuais, concebidos através de estudos bibliográficos e de laboratório, onde o comportamento das impressoras nos últimos cinco anos possibilitou ter uma média de manutenção, por tipo de impressora. O submodelo Manutenção está representado na figura 3, e suas equações (5 a 12) podem ser visualizadas no Quadro 1.

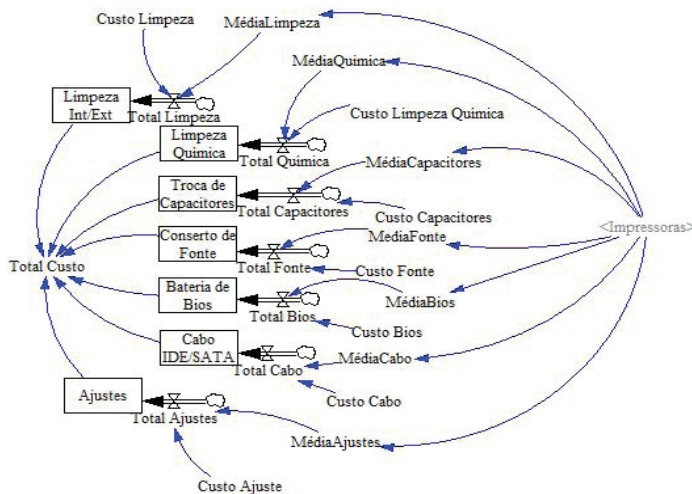


Figura 3. Submodelo Manutenção

Fonte: Os próprios autores (2018)

As variáveis auxiliares são *Custo Limpeza*, *Custo Limpeza Química*, *Custo Capacitores*, *Custo Fonte*, *Custo BIOS*, *Custo Cabo* e *Custo Ajuste*. As variáveis de estoque são os dados de entrada da variável auxiliar *Total Custo* (somatório de todos os custos de manutenção), que por sua vez é

responsável por fazer a ligação com o Submodelo Custo, o qual será exposto a seguir.

O Submodelo Custo é a parte central para a análise deste artigo, pois ele é responsável por armazenar a viabilidade financeira de todos os cenários aplicados no estudo. A variável central deste submodelo é uma variável de estoque chamada *Custo*. Os fluxos *Custo Impressões* e *Custo Manutenção* inserem os dados de entrada para análise na variável de estoque. As variáveis *Média Custo Folha* (valor médio dos custos com folhas A4), e *Custo Recarga* (valor dos custos de recargas das impressoras) mensuram, em reais (R\$), o custo total das impressões. O submodelo Custos está representado na figura 4, e sua equação (13) pode ser visualizada no Quadro 1.

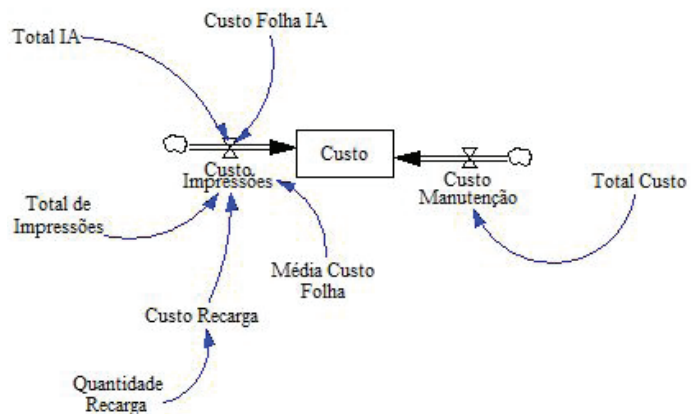


Figura 4. Submodelo Custos

Fonte: Os próprios autores (2018)

As equações dos submodelos e os valores atribuídos às variáveis são apresentados no quadro 1.

Com as equações será possível executar a lógica do modelo, permitindo executar a modelagem, deixando o modelo mais próximo da realidade. O objetivo de construir modelos é representar o sistema real de forma abstrata e simplificada, com o qual se pode explicar ou testar o seu comportamento, em seu todo ou em partes.

#### 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a execução do modelo foi necessário o desenvolvimento de diferentes cenários. Optou-se por desenvolver três cenários: cenário atual, cenário provável e cenário improvável.

Os cenários foram projetados com base em dados de uma IFES: algumas de suas variáveis foram calibradas com valores fixos, para todos os cenários, enquanto outras tiveram modificações em cada um dos cenários, a fim de



**Quadro 1.** Modelo de Equações

(1)	$\text{Impressoras IA} = \text{Impressoras Total} * \text{Média IA}$
(2)	$\text{Impressoras} = \text{Impressoras Total} * \text{Média Impressoras}$
(3)	$\text{Impressões} = \text{Impressoras} * (\text{Impressões P/ Impressora} * \text{Média Impressões})$
(4)	$\text{Impressões IA} = \text{Impressoras IA} * (\text{Impressões Por IA} * \text{Média Impressões IA})$
(5)	$\text{Total Limpeza} = \text{Custo Limpeza} * \text{Média Limpeza}$
(6)	$\text{Total Química} = \text{Custo Limpeza Química} * \text{Média Química}$
(7)	$\text{Total Capacitores} = \text{Custo Capacitores} * \text{Média Capacitores}$
(8)	$\text{Total Fonte} = \text{Custo Fonte} * \text{Média Fonte}$
(9)	$\text{Total Bios} = \text{Custo Bios} * \text{Média Bios}$
(10)	$\text{Total Cabo} = \text{Custo Cabo} * \text{Média Cabo}$
(11)	$\text{Total Ajustes} = \text{Custo Ajuste} * \text{Média Ajustes}$
(12)	$\text{Total Custo} = \text{Ajustes} + \text{Bateria de Bios} + \text{Cabo IDE/SATA} + \text{Conserto de Fonte} + \text{Limpeza Int/Ext} + \text{Limpeza Química} + \text{Troca de Capacitores}$
(13)	$\text{Custo Impressões} = (\text{Custo Folha IA} * \text{Total IA}) + (\text{Total de Impressões} * \text{Média Custo Folha}) + \text{Custo Recarga}$

Fonte: Os próprios autores (2018)

verificar seus impactos, em termos financeiros, ao longo de um período de 10 anos. Foram consideradas apenas impressoras a laser para uso pessoal, ou seja, impressoras jato de tinta, matriciais, plotters e outras impressoras de maior porte foram excluídas, pois boa parte destas estão com seu ciclo de vida terminando, e normalmente são descartadas pela instituição. O número de cenários (três) foi escolhido com base em Andrade (2006), e são os seguintes:

- **Cenário Atual:** Neste cenário será mantida a taxa atual de terceirização de impressão utilizada pela IFES, que é de 20%. Isto significa que 20% das impressoras utilizadas pela instituição são locadas. Dados referentes ao ano de 2018;
- **Cenário Provável:** Este cenário representa a primeira proposta dos modeladores, onde 50% das impressoras serão locadas;
- **Cenário Improvável:** Neste cenário, 100% das impressoras serão locadas. Aqui o cenário identificaria o impacto financeiro caso todas as impressoras da IFES em estudo fossem locadas. Este cenário foi estabelecido mesmo sabendo da dificuldade de sua aplicação, já que isso resultaria em um grande acúmulo de lixo eletrônico, e necessitaria de novas estratégias para o descarte ambientalmente correto das impressoras já utilizadas na instituição.

Definidos os cenários para a realização do experimento, na sequência foram executadas as simulações. Para execução das simulações foi utilizado o simulador Vensim (Ventana Systems, 2016) em uma estrutura computacio-

nal com processador Intel Core (i5 2450) de 2,5 Ghz, 4 Gb de memória RAM. O tempo de execução da simulação dos três cenários foi na ordem de centésimos de segundo. O modelo possibilitará aos interessados gerarem outras simulações, podendo criar diferentes cenários, já que o modelo foi construído com o objetivo de auxiliar os gestores na tomada de decisão, e na escolha da(s) alternativa(s) mais viável (eis) financeiramente.

A quantidade inicial de impressoras, em todos os cenários, foi definida como 1.816. Esta quantidade se refere somente a impressoras do tipo laser, presentes na instituição, com dados obtidos nos relatórios de levantamento patrimoniais. Apesar da instituição possuir mais impressoras, boa parte delas estão inativas. Este número também foi utilizado como total de recargas disponíveis, por não se ter dados sobre a quantidade de vezes que os toners de cada impressora já foram recarregados. Tendo em vista que as quantidades de servidores e alunos da instituição não têm sofrido mudanças significativas, determinou-se que não há necessidade de acréscimo no número de equipamentos, ou seja, foi definido que o número inicial de impressoras da instituição é suficiente para atender a demanda da universidade, e que novas impressoras podem ser adquiridas apenas para substituir equipamentos com defeito.

Bousquin *et al.* (2012) indicam que o tempo de vida das impressoras varia de 2 a 8 anos, enquanto Stobbe (2007) *apud* Bousquin *et al.* (2011) indica um tempo de 5 anos. Optou-se, dessa forma, por fixar o tempo de vida de todas as impressoras do estudo em cinco anos, estando de acordo com ambos trabalhos e facilitando o entendimento do modelo. A taxa de defeito foi definida como 0,2 (1/5),





obtida a partir da consulta a especialistas técnicos da própria instituição que atuam na manutenção de dispositivos computacionais. Os mesmos especialistas, servidores técnicos-administrativos da IFES, também contribuíram para a definição do custo da impressão.

Para estimar o número de impressões realizadas a cada ano, utilizaram-se dados históricos de folhas A4 utilizadas pela instituição entre os anos de 2008 a 2017. Definiu-se que o comportamento dos 10 anos de simulação seria similar ao encontrado nos 10 anos anteriores (de 2008 a 2017). O valor inicial definido para o número de impressões foi baseado em estimativas referentes à quantidade de folhas utilizadas na IFES durante o primeiro semestre de 2017. De forma análoga, a variação do preço de recarga foi definida com base no comportamento de 2008 a 2017. Para este caso, utilizaram-se dados dos toners de maior consumo na instituição. Por fim, a quantidade de recargas para cada toner foi definida em três para todos os cenários, e a quantidade de impressões por toner foi fixada em 3000 cópias. Essas variáveis foram determinadas com base em informações técnicas de fabricantes. A Tabela 1 sintetiza algumas das variáveis constantes nos cenários de simulação.

**Tabela 1.** Valores de variáveis constantes nos cenários

VARIÁVEL	VALORES
Valor da Cópia (Aluguel)	R\$ 0,0043
Valor da Cópia (S/Aluguel)	R\$ 0,004938
Impressões P/Mês	12.000
Custo Médio Recarga	R\$ 65,00
Quantidade Impressoras	1.812
Limpeza interna e externa do equipamento (com exceção de limpeza de contatos apenas)	R\$ 20,00
Limpeza pesada ou química (lavagem)	R\$ 40,00
Troca de capacitores em placa	R\$ 30,00 (até 3) a R\$ 50,00 (mais de 3)
Conserto de fonte	R\$ 30,00
Bateria de BIOS	R\$ 5,00
Cabo IDE ou SATA	R\$ 5,00 (IDE) e R\$ 10,00 (SATA)
Ajustes (impressoras)	R\$ 15,00

Fonte: Os próprios autores (2018)

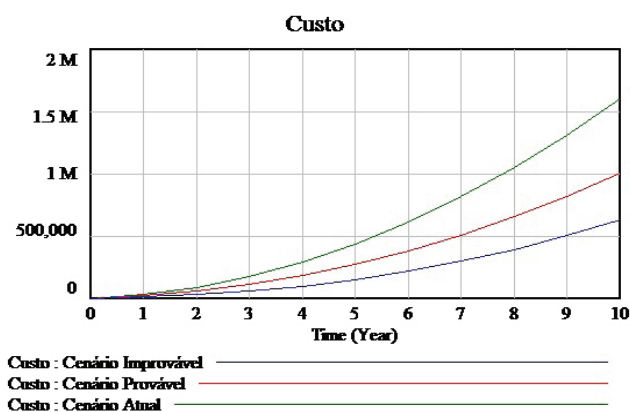
As decisões, a partir dos resultados gerados pelo modelo, poderão envolver a adoção ou não da terceirização das impressões (locação de impressoras) na IFES em estudo. A tabela 2 apresenta o gasto gerado pelas impressões, por cenário, demonstrando a diferença gerada pela escolha de cada um dos cenários estudados. Os gestores da instituição poderão estabelecer novos cenários de simulação, de acordo com a necessidade, possibilidade ou estratégia adotada.

**Tabela 2.** Acúmulo do custo das impressões

	Cenário Improvável	Cenário Provável	Cenário Atual
Ano 1	R\$ 9.370,00	R\$ 18.054,00	R\$ 28.922,00
Ano 2	R\$ 28.111,00	R\$ 54.164,00	R\$ 86.766,00
Ano 3	R\$ 57.160,00	R\$ 108.392,00	R\$ 173.636,00
Ano 4	R\$ 97.453,00	R\$ 180.798,00	R\$ 289.633,00
Ano 5	R\$ 149.929,00	R\$ 271.445,00	R\$ 434.860,00
Ano 6	R\$ 215.523,00	R\$ 380.396,00	R\$ 609.421,00
Ano 7	R\$ 295.173,00	R\$ 507.713,00	R\$ 813.419,00
Ano 8	R\$ 389.815,00	R\$ 653.457,00	R\$ 1.046.960,00
Ano 9	R\$ 500.388,00	R\$ 817.691,00	R\$ 1.310.130,00
Ano 10	R\$ 627.828,00	R\$ 1.000.480,00	R\$ 1.603.060,00

Fonte: Os próprios autores (2018)

O cenário atual, onde 20% das impressoras utilizadas pela instituição são locadas, e 80% são impressoras adquiridas e pertencentes à instituição, apresenta o pior desempenho, chegando a acumular um gasto de aproximadamente R\$ 1.603.060,00 com impressões ao longo de 10 anos, o qual representa uma média anual de aproximadamente R\$ 160.000,00. O cenário improvável, onde 100% das impressoras serão locadas, gastará, no máximo R\$ 627.828, em 10 anos, uma diferença de mais de R\$ 975.000,00 em relação ao cenário atual. Esta é uma diferença expressiva, já que o gasto acumulado com impressões ao longo de 10 anos, no cenário atual, representa um valor 155,33% maior que o gasto acumulado no cenário improvável. Já o cenário provável, onde 50% das impressoras seriam locadas, tem-se uma situação intermediária, onde os custos das impressões ficariam menores que os custos do cenário atual, e maiores que os custos do cenário improvável, atingindo o valor de R\$ 1.000.480,00 no décimo ano. A figura 5 apresenta as variações de custo, ao longo do tempo, dos três cenários simulados.



**Figura 5.** Custos dos cenários simulados

Fonte: Os próprios autores (2018)



Pode-se observar que, já a partir do primeiro ano, os custos de se utilizar 100% de impressoras locadas são menores que os custos dos outros dois cenários, e isto se mantém nos demais anos, até o final do décimo ano do experimento. Considerando-se a média dos custos no período analisado, o custo médio anual do cenário improvável ficou em R\$ 62.782,80, o do cenário provável ficou em R\$ 100.048,00, enquanto o do cenário atual ficou em R\$ 160.306,00 ao ano. Com isso, a locação de 100% das impressoras na instituição que serviu de base para o estudo, mostrou-se como a opção mais vantajosa financeiramente.

Contudo, considerando a dificuldade de aplicar o cenário improvável, já que o mesmo iria gerar acúmulo de lixo eletrônico devido à grande quantidade de impressoras que a instituição possui (1.816), entre outros fatores, a possibilidade de aplicar o cenário provável é mais favorável, tendo em vista a possibilidade de remanufaturar as impressoras que estão com seu ciclo de vida chegando ao fim, gerando novos produtos, a exemplo da impressora 3D (Simonetto *et al.*, 2016). Caso o decisor opte por aplicar o cenário provável, onde metade das impressoras seriam locadas, o gasto será de R\$ 1.000.480 no décimo ano, resultando em uma redução de R\$ 602.580,00 em relação ao cenário atual, conforme pode ser observado na Tabela 2. Vale ressaltar que a adoção de qualquer um dos cenários também dependem de outros fatores, a exemplo da política de aquisição de materiais, política de descarte de lixo eletrônico, objetivos e metas presentes no Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), Plano de logística reversa e mudança de cultura organizacional, os quais não foram considerados neste estudo, que se restringiu aos aspectos financeiros.

## 5. CONCLUSÕES

O uso das TIC na vida das pessoas é uma realidade irreversível devido à grande quantidade de equipamentos, dispositivos e artefatos que facilitam a comunicação e agilizam tarefas tanto pessoais quanto profissionais. Entretanto, conforme Saddy (2014), o uso de TIC pode trazer muitos inconvenientes, como a dependência ao equipamento, a rápida obsolescência destes e os custos crescentes com manutenção de equipamentos ou um tratamento desumanizado. O uso ineficiente da TI, além de prejudicar o meio ambiente, pode resultar em maiores custos para as organizações, fato que pode fazê-las perder vantagens competitivas importantes. Neste sentido, a terceirização de impressão (locação de impressoras) pode ser uma alternativa para instituições reduzirem seus custos, além de diminuir os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico.

O objetivo deste artigo foi avaliar cenários acerca da viabilidade financeira da terceirização (*outsourcing*) de impressão em uma IFES. Para isso, foi construído um modelo de simulação computacional, com simulação e avaliação de três diferentes cenários, através da metodologia de DS.

Com relação aos resultados obtidos, o cenário improvável (100% das impressoras locadas) apresentou os melhores resultados, possibilitando uma economia de aproximadamente R\$ 975.000,00 com gastos de impressões ao final do décimo ano, em comparação ao cenário atual. O cenário provável (50% das impressoras locadas) possibilitaria uma economia financeira de R\$ 372.652,00 ao final do décimo ano. Na comparação dos três cenários, o cenário atual (20% das impressoras locadas) foi o que apresentou os piores desempenhos, com os maiores custos, totalizando R\$ 1.603.060,00 ao longo de 10 anos. Com isso, constatou-se que a terceirização de impressão (locação de impressoras) é a melhor alternativa, em termos financeiros, para a instituição que serviu de referência para o estudo, resultando em menores custos do que a aquisição de impressoras.

A principal contribuição prática do modelo desenvolvido é a obtenção de uma ferramenta capaz de avaliar a viabilidade e os impactos financeiros advindos da terceirização de impressão, auxiliando, assim, os gestores na tomada de decisão referente à locação, ou não, de impressoras. Além disso, por ser um modelo aberto, ele pode ser alterado para aplicação em outros casos, diferentes cenários, e tipos de organização, tornando possível novas pesquisas a partir desta já iniciada.

Uma das limitações desta investigação refere-se ao fato de o modelo ter sido desenvolvido para analisar uma instituição pública, pois o processo de compra de equipamentos e contratação de serviços nessas instituições é realizado, via de regra, através de licitações, diferentemente das instituições privadas. Outra limitação foi não considerar outros aspectos, como a cultura organizacional e políticas institucionais, a exemplo da política de aquisição de materiais e política de logística reversa. Os tonners também não foram explorados na modelagem devido à falta de dados concretos.

Como trabalhos futuros, sugere-se acrescentar outras variáveis ao modelo, como a quantidade ideal de impressoras que devem ser locadas para minimizar os custos e identificar formas de reaproveitamento do lixo eletrônico. O novo modelo gerado poderá auxiliar no planejamento de compras e descartes de impressoras, de modo a minimizar os custos referentes às TIC, bem como contribuir com a sustentabilidade ambiental por meio de iniciativas de TI Verde.



## REFERÊNCIAS

- Andrade, A. L. (2006), *Pensamento sistêmico*, Caderno de Campo, Porto Alegre.
- Bergamaschi, S. (2004), *Modelos de gestão da terceirização de Tecnologia da Informação: um estudo exploratório*, Tese de Doutorado em Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Bousquin, J.; Esterman, M.; Rothenberg, S. (2011), "Life cycle analysis in the printing industry: A review". In NIP & Digital Fabrication Conference, Minneapolis, Minnesota, 2-6, October, 2011.
- Bousquin, J.; Gambeta, E.; Esterman, M., et al. (2012), "Life cycle assessment in the print industry: A Critical Review". *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 16, No. 1, pp. 195-205.
- Bruni, A. L. (2010), *A administração de custos, preços e lucros*, 4ª ed. Atlas, São Paulo.
- Costa Filho, C. F. F.; Coelho Junior; L. C. B.; Costa, M. G. F. (2006), "Indústria de cartucho de toner sob a ótica da remanufatura: estudo de caso de um processo de melhoria", *Revista Produção*, Vol. 16, No. 1, pp. 100-110.
- Cristofoli, F. (2011), *Um estudo sobre a terceirização de serviços de tecnologia da informação baseados em modelo de governança*, Tese de Doutorado em Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Dutra, R. G. (2009), *Custos: uma abordagem prática*, Atlas, São Paulo.
- Ford, A. (2009), *Modeling the environment*, Island Press, Washington, DC.
- Gil, A. C. (2008), *Métodos e técnicas de pesquisa social*, 6ª ed, Atlas, São Paulo.
- Giosa, L. A. (1997), *Terceirização: uma abordagem estratégica*, Pioneira, São Paulo.
- Goldberg, M. C.; Luna, H. P. L. (2005), *Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos*, Campus, Rio de Janeiro.
- Huang, T. T.; Sartori, V. S. (2012), "Estudo sobre remanufatura de cartuchos de toner de impressora de duas faculdades da UNICAMP", *Revista Ciências do Ambiente On-Line*, Vol. 8, No. 2, disponível em: <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/download/325/253> (acesso em 11 mar. 2019).
- Lachtermacher, G. (2018), *Pesquisa Operacional na tomada de decisões*, 5ª ed, LTC, Rio de Janeiro.
- Law, A. M. (2015), *Simulation Modeling and Analysis*, 5ª ed, McGraw-Hill, New York.
- Law, A. M.; Kelton, W.D. (1991), *Simulation modeling and analysis*, 2nd ed, McGraw-Hill, New York.
- Megliorini, E. (2007), *Custos: análise e gestão*, 2ª ed, Pearson Prentice Hall, São Paulo.
- Melville, N. (2010), "Is innovation for environmental sustainability", *MIS Quarterly*, Vol. 34, No.1, pp. 1-21.
- Moura, F. P.; Silva, O. R., Afonso, J. C., et al. (2012), "Processamento de cartuchos de impressoras de jato de tinta: um exemplo de gestão de produto pós-consumo", *Química Nova*, Vol. 35, No.6, pp. 1271-1275.
- Oliveira, F. A. (2018), "Da terceirização e da flexibilização como estágios para a globalização", *Revista do Direito do Trabalho*. Disponível em <http://www.genedit.com.br/2rdt/rdt61/estudos/francis.htm> (Acesso em 09 nov. 2018).
- Pagnoncelli, D. (1993), *Terceirização e parceria: estratégia para o sucesso empresarial*, D. Pagnoncelli, Rio de Janeiro.
- Prado, E. P. V. (2005), *Tecnologia de Informação e Sistemas: uma avaliação da terceirização de serviços em organizações do setor privado*, Tese de Doutorado em Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Preusler, T. S.; Baseggio, T. C.; Marafon, D. L. et al. (2015), "Terceirização dos serviços de impressão como forma de obtenção da ecoeficiência em uma empresa pública de pesquisa agropecuária", *Revista Inovação, Projetos e Tecnologias – IPTEC*, Vol. 3, No. 2, pp. 238-253.
- Saddy, A. (2014), "Locação de bens e serviços de informática no estado do Rio de Janeiro", *Boletim de Licitações e Contratos - BLC*, No. 7.
- Schneider, J. R.; Zwicker, A. A. M.; Beltrame, G. et al. (2015), "Simulação baseada em systems dynamics para avaliação de cenários sobre geração e disposição de resíduos eletrônicos numa instituição de ensino superior", artigo apresentado no XVIII Seminários em Administração – SEMEAD, São Paulo, SP, 04-06 de nov. 2015.
- Serra, F.; Rodrigues, H.; Paquete, B. (2000), *Dinâmica de Sistemas: Uma Aplicação ao Estudo dos Ecossistemas. O Caso de uma População de Gamos (damadama) no Parque Nacional de Doñana, Dos Algarves*, No. 7.
- Serra, S.M.B. (2011), "Qualidade na terceirização", In.: OLIVEIRA, O.J. (Org.), *Gestão da qualidade: tópicos avançados*, Cengage Learning, São Paulo.
- Silveira, E. T. V.; Rosa, M. D.; Motta, M. E. V. et al. (2012), "Outsourcing – Novas tendências nas prestações de serviços", *Qualitas Revista Eletrônica*, Vol. 13, No. 2, Disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/1323>, (acesso em 06 fev. 2019).
- Simon, H. A. (1990), "Prediction and Prescription in Systems Modeling", *Operations Research*, Vol. 38, pp. 7-14.
- Simonetto, E. O.; Brkic, V.S.; Putnik, G. et al. (2016), "System Dynamics Model for evaluation of reuse of electronic



waste originated from personal computers”, Serbian Journal of Management, Vol. 11, No. 2, p. 193-209.

Simonetto, E. O.; Löbler, M. L. (2014), “Simulação Baseada em System Dynamics para Avaliação de Cenários sobre Geração e Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos”, Production, Vol. 24, No. 1, p. 212-224.

Stobbe, L. (2007), “Imaging Equipment”, EU Preparatory Studies, Lot 4, Final Report, Fraunhofer Institute, Berlin.

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM (2018), Plano de Logística Sustentável, Disponível em [http://site.ufsm.](http://site.ufsm.br/arquivos/uploaded/arquivos/eaf0078e-2b5c-403e-a38c-8366182b29c1.pdf)

[br/arquivos/uploaded/arquivos/eaf0078e-2b5c-403e-a38c-8366182b29c1.pdf](http://site.ufsm.br/arquivos/uploaded/arquivos/eaf0078e-2b5c-403e-a38c-8366182b29c1.pdf), (Acesso em 18 nov. 2018).

Ventana Systems. Vensim Simulation Software. Disponível em: <http://www.vensim.com> (Acesso em 14 de fev. 2019).

Williamson, O. E. (1975), Markets and hierarchies: analysis and antitrust implications, Free Press, New York.

Williamson, O. E. (1996), The mechanisms of governance, Oxford University Press, New York.

**Recebido:** 25 maio 2019

**Aprovado:** 03 jun. 2019

**DOI:** 10.20985/1980-5160.2019.v14n3.1544

**Como citar:** Negrini, F.; Simonetto, E. O.; Rodrigues, G. O., et al. (2019), “O uso de dinâmica de sistemas para avaliação de cenários sobre terceirização (outsourcing) de impressão em uma instituição pública de ensino”, Sistemas & Gestão, Vol. 14, No. 3, pp. 257-268, disponível em: <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1544> (acesso dia mês abreviado. ano).