

---

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE

---

Revista  
**Didática Sistemática**

---

SEMESTRAL

ISSN: 1809-3108

---

Volume 6, julho a dezembro de 2007

**UTILIZAÇÃO DA MODELAGEM PARA ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE  
TURISMO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Ana Figurelli<sup>1</sup>

**Resumo**

Acredita-se na existência de uma relação entre a atividade turística e a Educação Ambiental, porém a mesma é ainda bastante contestada e tem seu caminho muito pouco explorado. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo a busca de um caminho alternativo, que auxilie na comprovação de que o Turismo pode ser um meio de educar ambientalmente a população podendo, ao mesmo tempo, fazer uso das ferramentas da Educação Ambiental para benefício próprio. Para isso, utiliza-se aqui a técnica da modelagem, que, através de seus diagramas, permite a visualização de situações reais, dos fatores que as influenciam e de seus possíveis comportamentos futuros. Primeiramente foi feita uma pequena exposição de idéias a respeito da relação Turismo – Educação Ambiental, depois, um relato a respeito da modelagem e dos modelos e, por fim, uma discussão sobre as ferramentas semiquantitativas e quantitativas de modelagem. Nesse último momento foi dada maior ênfase aos programas de modelagem computacional VISQ e STELLA (semiquantitativo e quantitativo, respectivamente) e construídos modelos com os mesmos a respeito do tema tratado.

**Palavras-Chave:** Turismo – Educação Ambiental – Modelagem

**Abstract**

We believe in an association between Tourism and Environmental Education, but it is still questioned and its path is too little explored. Therefore, this paper's objective is to search for an alternative way to assure that Tourism can be a way to educate the population about the environment and, at the same time, make use of the Environmental Education tools for its own benefit. In order to do that, here we use the modeling technique that, through its diagrams, allows the visualization of real situations, their influences and possible future behaviors. We first wrote about the relation Tourism -

---

<sup>1</sup> Aluna de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Educação Ambiental (PPGEA) da FURG. Email: [anafigurelli@yahoo.com.br](mailto:anafigurelli@yahoo.com.br).

Environmental Education, then about modeling and models and finally about semi-quantitative and quantitative modeling tools. In this last moment, we gave emphasis to the VISQ and STELLA computing modeling programs (semi-quantitative and quantitative, respectively) and built models with it about the discussed theme.

**Keywords:** Tourism – Environmental Education - Modeling

## 1. Introdução

A atual crise ambiental afeta diretamente todos os setores da sociedade, porém existem algumas áreas mais suscetíveis a esse impacto e que dependem incondicionalmente de tais recursos para sobreviver. Pode-se dizer que o Turismo utiliza-se de todas as facetas do meio ambiente - uma vez que engloba questões ecológicas, culturais, etc – e que a atividade é extremamente prejudicada por sua depreciação, ao mesmo tempo em que contribui com o agravamento do problema. Por esse motivo, profissionais envolvidos na atividade têm procurado soluções alternativas que amenizem tal exploração desenfreada e que, de alguma forma, contribuam com a preservação do planeta.

Sustentabilidade e Turismo Sustentável são termos utilizados com uma impressionante frequência e que justamente por isso acabam entrando no âmbito do senso comum, assim perdendo a sua verdadeira essência e não raro transformando-se em mera estratégia de *marketing* para satisfazer as exigências do público. Frente a esse cenário surge a possibilidade bastante forte, e ainda pouco explorada, da utilização da Educação Ambiental e de suas estratégias como ferramentas na busca de um Turismo planejado, bem desenvolvido e auto-sustentado; e, em sentido inverso, a opção do uso desse último como educador ambiental e contribuinte na busca da conscientização ambiental e conseqüente preservação do meio.

Com o objetivo de comprovar a relevância de tal associação, apresenta-se neste artigo um estudo a respeito de ferramentas computacionais de modelagem que possibilitam a construção de diagramas representantes da realidade. Através deles pode-se observar comportamentos dinâmicos e projetar acontecimentos futuros, conferindo assim maior clareza aos fatos.

Uma breve referência ao tema central foi realizada no primeiro momento do trabalho. A seguir, com o objetivo de introduzir a metodologia, apresenta-se uma explanação a respeito da modelagem e dos modelos. Fala-se então das ferramentas de modelagem computacionais, semi-quantitativas e quantitativas, não deixando de

apresentar os modelos desenvolvidos para ilustrar a relação Turismo – Educação Ambiental.

## **2. Turismo e Educação Ambiental**

O turismo é uma atividade que tem como produtos principais a cultura e os recursos naturais de uma localidade receptora, e depende igualmente de ambos para se desenvolver e sobreviver. Porém, com o passar dos anos, em consequência de um turismo não planejado e de rápida evolução, essas fontes vêm sendo depreciadas e altamente prejudicadas pela própria atividade em questão. Este tema é constantemente estudado por profissionais, de diversas áreas, que procuram encontrar a melhor maneira de minimizar aquele impacto e de aumentar a consciência ambiental da população.

Entre os estudiosos e os pesquisadores do turismo a solução apontada para a problemática acima é uma: o desenvolvimento de um turismo sustentável. Mas o que realmente significa a sustentabilidade? Segundo Beni (2004) a unanimidade é que “sustentabilidade é um conceito que envolve o longo prazo, que gera valor agregado por meio de lei de otimização e não da maximização da renda, assegurando a inclusão e a coesão social e política num processo de desenvolvimento integrado e integral”. Porém, por outro lado, esse é um conceito aberto a diversas interpretações, o que gera muitas vezes ações não condizentes com a verdadeira essência do mesmo.

Surge então uma questão bem mais profunda e complexa que é de que maneira, e a custo de quê, será atingido esse turismo não-destrutivo e auto-sustentado. Beni (2004) cita Sachs que aponta que o “desenvolvimento sustentável deve ser implementado por uma metodologia de planejamento, como sendo um espaço de aprendizado social, equidistante tanto da tradição tecnicista quando da assembleísta, e se materializando sobre uma síntese pedagógica”. E é com essa base que se propõe a utilização da Educação Ambiental como um dos caminhos em direção ao tão almejado desenvolvimento sustentável não só da atividade turística em si, mas também da própria sociedade.

A atividade turística como se conhece hoje, muito se assemelha com o atual paradigma econômico – o capitalismo. Isso ocorre no sentido de que ambos visam o lucro imediato, não tendo uma real preocupação com a preservação do ambiente como um todo, do qual eles são, totais e inevitavelmente, dependentes. Diante deste cenário, deve-se encarar o Turismo da mesma maneira como a sociedade, ou seja, como sendo

um sistema aberto no qual ocorrem constantes intercâmbios e inúmeros conflitos vitais para a sua manutenção e transformação; e não como um sistema fechado, estável e organizado. A Educação Ambiental apresenta diversos caminhos para tornar consciente tal relação de sistema aberto da sociedade e por isso também o Turismo deve adotá-la como uma das soluções para a concretização de uma grande mudança de paradigma.

A atividade turística possui em sua essência uma capacidade educativa e de tomada de consciência necessárias para a Educação Ambiental, uma vez que possibilita aos viajantes uma fuga da rotina cotidiana, proporcionando a visualização de questões que passam despercebidas no seu dia-a-dia. O turista retorna ao seu local de origem mais consciente dos problemas socioambientais não só do destino visitado, mas também dos de sua própria comunidade. Segundo Sampaio (2003, p. 132) o Turismo pode “transformar-se em uma estratégia alternativa de um desenvolvimento mais sustentável, valorizando e preservando tradições e relações sociais, racionalizando o uso dos recursos naturais, e, ainda, gerando renda e aproveitando as capacidades humanas locais”.

### **3. Modelos e Modelagem**

*Para entender a natureza, o homem, desde os tempos mais remotos, tem procurado por regularidades e tem desenvolvido modelos, que podem ser entendidos como a codificação dessas regularidades. Através dos modelos, os humanos têm tentado dominar a natureza e têm desenvolvido tecnologia. (KURTZ DOS SANTOS, 1995, p. 23)*

Sabe-se que o principal fator que diferencia o ser humano dos demais animais é a inteligência. Tal capacidade de raciocínio coloca a raça humana muitas vezes em uma posição de afastamento da natureza, conferindo aos homens uma errônea sensação de domínio e poder sobre a mesma. Embora hoje seja possível apontar inúmeros prejuízos decorrentes dessa situação, não se pode negar a evolução que tal observação onisciente proporcionou ao pensamento humano.

Na posição de espectador do mundo à sua volta, o homem foi capaz de desenvolver as mais diversas formas de pensar e explicar quaisquer fenômenos, e foi por meio de regras e modelos que conseguiu efetivamente pôr em ordem os seus pensamentos. Segundo Kurtz dos Santos (2002, p. 9), “qualquer conjunto de regras e relações que descrevem algo pode ser considerado um modelo” e, além disso, “todo o nosso pensamento depende de modelos”. Sendo assim, conclui-se que mesmo

inconscientemente estamos sempre criando modelos dentro da nossa mente e então os utilizando para conferir significado a todo e qualquer acontecimento à nossa volta.

Kurtz dos Santos (1995) sustenta a idéia de Neelamkavil (1987) de que os modelos podem ser classificados em três tipos: físicos, simbólicos e mentais. Para os autores, modelos físicos são “representações de sistemas físicos e são feitos de componentes tangíveis” e além disso descritos por variáveis mensuráveis, podendo ser subdivididos em estáticos e dinâmicos. Já os modelos simbólicos são considerados como matemáticos e não-matemáticos, sendo os modelos matemáticos subdivididos em estáticos e dinâmicos, os últimos por sua vez descritos por equações diferenciais ou diferenças. Por fim existem os modelos mentais, um tanto mais difíceis de classificar e que por isso serão considerados mais profundamente a seguir.

Um modelo mental pode ser considerado intangível e não observável, uma vez que se encontra dentro da mente de cada um e é embasado em experiências totalmente individuais. Para Kurtz dos Santos (2002, p. 9), “essa experiência foi filtrada e modificada em nossa percepção individual e processos de organização, para produzir modelos mentais que representam o mundo em torno de nós”. Portanto, tais modelos dependem invariavelmente da maneira com a qual enxergamos o mundo, fato que muitas vezes torna difícil a sua exteriorização devido à falta de clareza em nossas idéias.

De acordo com Forrester (1990 apud Kurtz dos Santos 2002), a mente humana é ótima para construir e manipular modelos simples, associados com palavras e objetos, porém não é adequada para construir e manipular modelos dinâmicos representantes de sistemas complexos (tais como sistemas tecnológicos e sociais modernos) através do tempo.

*Modelos mentais de sistemas dinâmicos não podem ser manipulados efetivamente. Nossa experiência vem de observar sistemas de primeira ordem. Quando tentamos lidar com os sistemas mais extensos ocorrem resultados diferentes dos que estávamos esperando. Não podemos manipular na mente todas as facetas de um sistema complexo de uma só vez. Tendemos a quebrar o sistema em partes e tirar conclusões separadamente dos subsistemas. Tais fragmentações falham em mostrar como os subsistemas interagem. (FORRESTER apud KURTZ DOS SANTOS, 2002, p.11)*

Além disso, Forrester (apud KURTZ DOS SANTOS, 2002) afirma haverem outros defeitos de modelos mentais de sistemas dinâmicos; entre eles a falta de definição dos mesmos, a impossibilidade de revisar a fonte geradora e a dificuldade de comunicação do modelo às outras pessoas; defeitos esses que podem ser amenizados no

momento em que os modelos mentais se convertem em modelos representados por meio de diagramas de fluxo e equações.

Tendo em vista as idéias apresentadas acima, pode-se concluir que um modelo, apesar de estruturar-se de formas diversas, vem a ser basicamente uma representação da realidade baseada em interpretações individuais. Por outro lado, o conceito de modelagem, como diz Kurtz dos Santos (1995), é mais complicado de explicar. Para o autor, a modelagem poderia ser definida como o processo de construção do modelo, sendo considerada por alguns autores uma arte e por outros um simples referencial para o desenvolvimento de um modelo.

#### **4. Ferramentas de modelagem**

Diante da necessidade de concretização de modelos mentais para melhor entendimento do mundo e também de um melhor desenvolvimento da capacidade de modelagem das pessoas, faz-se necessário o uso de ferramentas que possibilitem a representação e a manipulação dos mesmos. Tais ferramentas são em sua grande maioria computacionais e podem ser utilizadas, conforme Bliss & Ogborn (apud KURTZ DOS SANTOS, 1995), de dois modos distintos e complementares: o exploratório e o expressivo. No primeiro modo a pessoa explora um modelo pronto na tela do computador, não desenvolvido por ela e assim possivelmente distinto de suas próprias representações; enquanto no segundo ela mesma desenvolve os seus modelos apresentando suas concepções de realidade.

Ainda com base nas idéias de Bliss e Ogborn a respeito das ferramentas de modelagem, Kurtz dos Santos (1995) apresenta seus tipos: qualitativas, semiquantitativas e quantitativas. Segundo ele (1995, p. 29), os autores (1989) “consideraram como programas quantitativos os sistemas de modelagem e as planilhas eletrônicas; como semiquantitativos, como uma aproximação, STELLA (contudo STELLA é realmente uma ferramenta quantitativa); e como qualitativos alguns jogos e programas de elaborar estórias para crianças”.

Como visto na citação acima, fica clara a discordância de Kurtz dos Santos quanto à qualidade semiquantitativa da ferramenta STELLA. Para o autor o programa

deve ser considerado não semiquantitativo, mas sim quantitativo. Sendo assim, com o objetivo de aprofundar no presente estudo o referencial da dinâmica de sistemas, serão utilizadas basicamente ferramentas semiquantitativas e quantitativas, através dos programas VISQ e STELLA respectivamente.

#### 4.1 Ferramentas semiquantitativas

*Ao tentarmos responder questões envolvendo Física, ou outra Ciência, freqüentemente desenvolvemos raciocínios não numéricos, do tipo: “se a massa aumenta então a força aumenta...” ou “se a distância diminui então a força aumenta...” [...]. São raciocínios em que esperamos uma modificação em termos de aumento ou diminuição do valor de uma variável, embora não estejamos preocupados em saber exatamente de quanto será essa variação. Esse tipo de raciocínio, sem precisão, em que valores numéricos não estão incluídos, costuma ser chamado de raciocínio semiquantitativo. (DRIVER, 1983 apud KURTZ DOS SANTOS, 1995, p. 117)*

Foi com base no conceito de raciocínio semiquantitativo citado acima e na grande capacidade gráfica dos computadores atuais que surgiram os primeiros movimentos direcionados ao desenvolvimento de ferramentas computacionais que possibilitassem aos usuários não só ilustrar fatos do mundo real, como também observar e manipular seu comportamento sem uma excessiva preocupação matemática. De acordo com Kurtz dos Santos (1995, p. 118) utilizando tal ferramenta, a pessoa (ou mais especificamente um aluno) “selecionaria um número de variáveis que em sua opinião seriam relevantes para descrição do mundo real, as colocaria numa tela de computador, e apenas se preocuparia em uni-las e vê-las evoluir com o tempo”, além disso seria possível para ela, trabalhando diretamente no computador, ajustar infinitas vezes o seu modelo.

As primeiras propostas realizadas neste sentido foram decorrentes dos pesquisadores Miller e Ogborn, vinculados ao projeto *Ferramentas para o aprendizado Exploratório*, sendo o segundo autor o responsável pela apresentação do primeiro modelo semiquantitativo representado por um diagrama causal. Posteriormente, Ogborn se une a Bliss (1990) para afirmar serem os diagramas causais o ponto inicial para as pessoas que lidam com a modelagem matemática. Segundo eles, tais diagramas podem representar sistemas complexos e são facilmente extensíveis, o que faz com que sejam úteis no tratamento de problemas da vida real. (KURTZ DOS SANTOS, 1995)

Segundo Kurtz dos Santos (1995, p. 119) Ogborn propõe a utilização de módulos que representem quantidades não mencionando valores absolutos e mesmo

assim permitindo o reconhecimento de mudanças. Diz o autor que assim “um modelo poderia ser construído a partir da vinculação de módulos idênticos através de elos, e esses elos deveriam transmitir influências positivas e negativas, da saída (‘output’) de um modelo para a entrada (‘input’) de outro”. As entradas deveriam ser somadas ao valor atual e então, a partir da matemática das redes neurais, o modelo se tornaria dinâmico.

A representação gráfica dos modelos construídos é uma outra estratégia utilizada para clarificar o comportamento dinâmico de suas variáveis. A partir deles é possível ao usuário visualizar relações semiquantitativas sem a necessidade de conferir valores exatos às variáveis para que isso ocorra. Conforme Kurtz dos Santos (1995, p. 120), “os modelos desenvolvidos através dessa nova ferramenta trabalhariam com ‘números escondidos’”.

Em geral é bastante difícil para as pessoas a construção direta de modelos quantitativos exatos a respeito de situações do dia a dia, porém no que diz respeito à modelos semiquantitativos a nossa mente é capaz de articular-se com maior facilidade assim surgindo modelos bastante complexos neste nível. Devido a isso, Ogborn (apud KURTZ DOS SANTOS, 1995, p. 120) afirma que a utilização da modelagem semiquantitativa pode servir de ponte para uma futura modelagem quantitativa. Para o autor, a aprendizagem deve ser “definida inicialmente de modo vago e então, posteriormente, de modo mais preciso”.

Segundo Kurtz dos Santos (1995), em 1990, Miller apresenta uma ferramenta semiquantitativa chamada IQON (Quantidades de Interação Omitindo Números) que trabalha basicamente com duas representações: uma caixa (variável) com nível variável e elos positivos e negativos (relações entre as variáveis). Os elos positivos demonstram que uma variável afeta positivamente outra, ou seja, se o valor da variável A aumenta, conseqüentemente aumenta o valor da variável B e se o valor de A diminui, o valor de B também irá diminuir. Já nos elos negativos o processo é inverso, ou seja, um aumento no valor de A leva a uma diminuição no valor de B, assim como uma diminuição do valor de A leva a um aumento no valor de B.

*A tarefa primária de IQON é interpretar os diagramas causais de modo consistente, para construir um modelo matemático dinâmico subjacente, cujo comportamento aproximadamente corresponda a intenção original de quem modela. Os elos positivos e negativos num diagrama causal são ambíguos, e oferecem somente uma indicação limitada do comportamento matemático aceitável da relação entre variáveis num modelo particular. (KURTZ DOS SANTOS, 1995, p. 123)*



Embora seja possível a utilização do IQON para modelar os mais diversos sistemas existentes, o mesmo possui falhas no que diz respeito à representação adequada de importantes parâmetros que acabam por assumir valores contínuos. De acordo com Kurtz dos Santos (1995, p. 123) tais limitações não invalidam de maneira alguma o programa e devem servir como motivação para o desenvolvimento da modelagem matemática mais tradicional. O autor ainda menciona que o IQON possui a intenção de apoiar “o raciocínio intuitivo e natural” e por isso possui ligações com a “corrente de pesquisa em *Inteligência Artificial* sobre Raciocínio Qualitativo”.

Apesar de o IQON ser a ferramenta computacional semiquantitativa pioneira e mais tradicional, será estudada mais profundamente a seguir e também utilizada no presente artigo uma versão da mesma chamada VISQ (Variáveis que Interagem de Modo Semiquantitativo), desenvolvida por pesquisadores da FURG (Fundação Universidade Federal do Rio Grande) liderados pelo Prof. Dr. Arion de Castro Kurtz dos Santos.

#### **4.1.1 Modelagem semiquantitativa utilizando VISQ**

VISQ é uma ferramenta computacional de modelagem semiquantitativa que se assemelha com o IQON fazendo uso da matemática das redes neurais e permitindo a construção e a animação de diagramas causais diretamente na tela do computador, sendo a utilização de números desnecessária por parte do usuário. De acordo com Kurtz dos Santos (2000, p. 3), o VISQ “fornece uma interpretação sistemática a qualquer diagrama causal, permitindo a criação de modelos semiquantitativos sem levar em consideração o conteúdo, tanto das ciências naturais como humanas”.

O principal diferencial do VISQ é a sua compatibilidade com diferentes sistemas computacionais e sua baixa ocupação de memória RAM, apresentando superior capacidade com operações de arquivos e dispensando o uso de teclados. Além disso, o VISQ possui uma maior capacidade gráfica, possibilitando a observação de gráficos simultâneos coloridos da evolução temporal de até seis variáveis do modelo e do diagrama de fases de duas delas. Uma outra inovação é o *hipertexto*, texto localizado na estrutura interna de cada variável com o objetivo de fornecer uma descrição da mesma. (KURTZ DOS SANTOS, 1995)

Assim como na ferramenta IQON, em VISQ trabalha-se com a idéia de variáveis representadas por caixas com níveis verticais internos que representam valores qualitativos e análise de cada par dessas caixas separadamente, não importando o

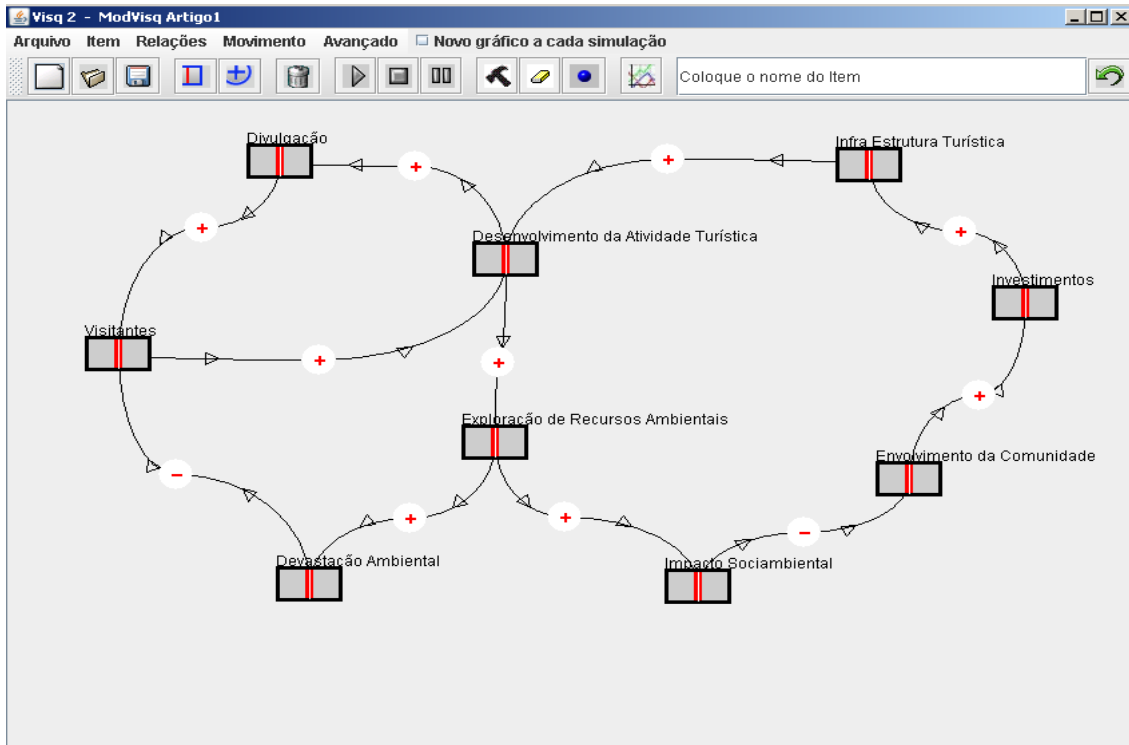
tamanho do modelo. Conforme Kurtz dos Santos (2000) o programa considera que em cada par o estado semiquantitativo ou o nível vertical de um, causa uma mudança no estado ou nível do outro, ou seja, em  $X \rightarrow +Y$  (X afeta positivamente Y), por exemplo, o valor da variável X é a taxa de variação temporal de Y. Além disso, deve-se considerar que os níveis de todas as variáveis em VISQ possuem uma variação entre 1 e -1, o que faz com que os diagramas causais evoluam a um estado de equilíbrio.

Além da possibilidade de construção de diagramas causais animados na tela do computador, o VISQ permite também a visualização de saídas gráficas temporais referentes às variáveis qualitativas presentes no modelo. Se tomássemos o exemplo acima, onde o valor de Y é afetado positivamente pelo valor de X, e solicitássemos um gráfico a fim de avaliar o comportamento da variável Y em relação ao tempo, veríamos mais claramente o aumento e posterior amortecimento de Y do que se analisássemos somente o diagrama.

*Através de uma interface de manipulação direta, os usuários do VISQ podem construir e simular modelos que representam relações causais entre entidades do mundo a ser modelado. O resultado da simulação é apresentado ao usuário de forma interativa (passo a passo) através da animação dos objetos presentes na tela do computador. (KURTZ DOS SANTOS, 2000, p. 3 e 4)*

Para Kurtz dos Santos (2000, p. 3), “uma pessoa analisando um diagrama causal feito com lápis e papel poderá prever diversos comportamentos dinâmicos como possibilidades variáveis de solução. Em VISQ um diagrama causal, terá uma interpretação única”. Sendo assim, é possível afirmar que a ferramenta contribui de forma significativa para a análise das mais diversas situações e teorias, fornecendo uma visão mais clara do comportamento dinâmico da realidade e permitindo uma previsão um tanto mais precisa de situações futuras.

Seguem dois modelos construídos com a ferramenta VISQ, os quais demonstram de que forma ações de Educação Ambiental podem ser benéficas à prática turística e vice-versa, ou seja, ao mesmo tempo em que o turismo pode se beneficiar com a Educação Ambiental, pode se tornar um poderoso meio para a implantação de suas medidas e conseqüente preservação do meio ambiente.



**Figura 1**

O primeiro diagrama (figura 1) demonstra a prática da atividade turística por si só, sem sofrer influências educativas ou ‘conscientizantes’ e, assim, sendo responsável pela degradação do meio ambiente em que se desenvolve. Vê-se que as variáveis *Desenvolvimento da Atividade Turística*, *Divulgação* e *Visitantes* formam entre si um elo de retroalimentação<sup>2</sup> positivo; pois quanto maior o desenvolvimento, maior a divulgação; quanto maior a divulgação, maior o número de visitantes; e quanto maior o número de visitantes maior o desenvolvimento; formando um processo benéfico à atividade turística. Porém, a mesma variável ‘*Desenvolvimento da Atividade Turística*’ irá afetar positivamente a *Exploração de Recursos Ambientais*, que por sua vez influenciará também positivamente a *Devastação Ambiental* e os *Impactos Socioambientais*, assim causando um impacto negativo para a mesma atividade no final do processo.

<sup>2</sup> Isto é, quando uma variável é por fim afetada por sua própria influência inicial em outra variável. Neste caso, por exemplo, o *Desenvolvimento da Atividade Turística* afeta a *Divulgação*, que afeta o número de *Visitantes*, que por sua vez irá afetar a primeira variável e assim sucessivamente.

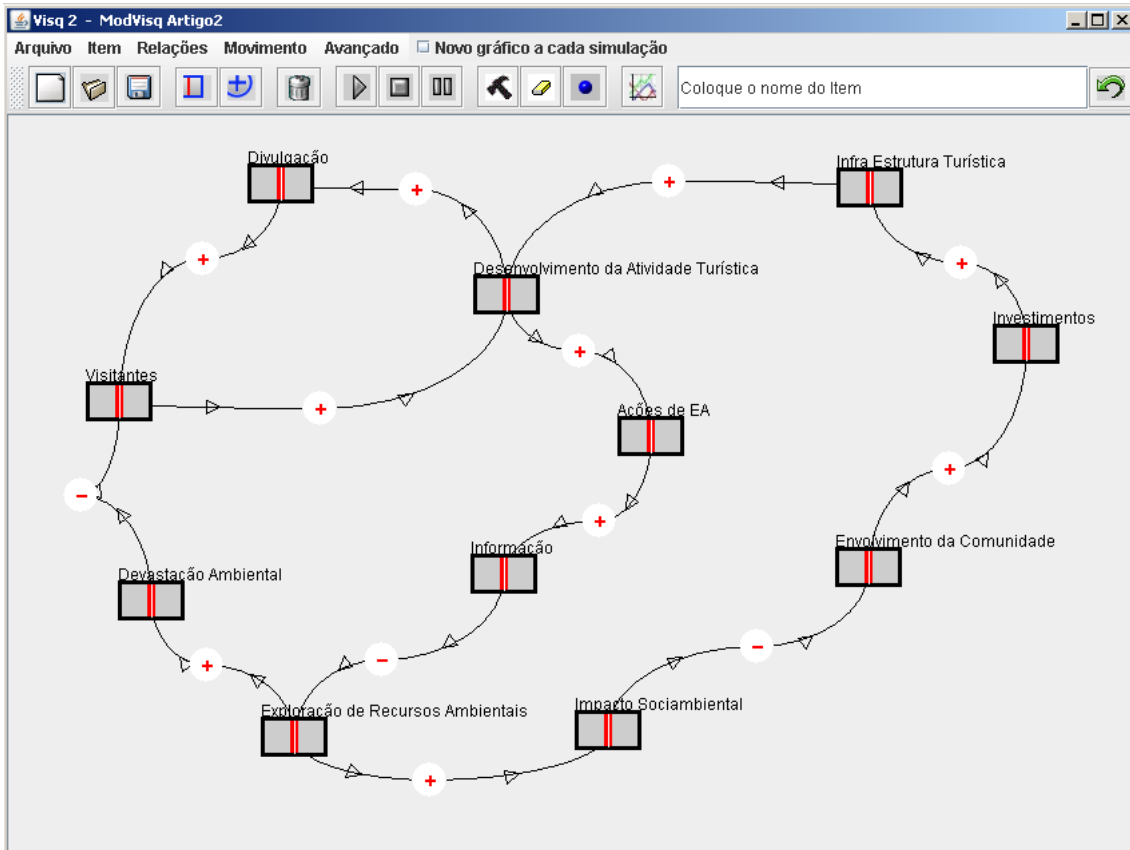


Figura 2

O segundo modelo (figura 2) é bastante semelhante ao anterior, entretanto aparece como diferencial a inclusão da variável *Ações de Educação Ambiental*, a qual gerará uma significativa mudança no resultado final do processo. O elo de retroalimentação citado acima ainda permanece assim como a maior parte das outras relações, porém agora o *Desenvolvimento da Atividade Turística* afetará positivamente as *Ações de Educação Ambiental* e este terá semelhante efeito na nova variável *Informação*, fazendo com que diminua a *Exploração de Recursos Ambientais* e conseqüentemente ambas as variáveis de degradação do ambiente. Com o auxílio deste diagrama é possível afirmar que a Educação Ambiental é sim benéfica ao Turismo e vice-versa.

#### 4.2 Ferramentas Quantitativas

Hoje é possível encontrar no mercado diversos sistemas eficientes de modelagem quantitativa, além das tradicionais planilhas eletrônicas. Dentro destas últimas, pode-se apontar o programa EXCEL como o mais comum e popular entre o

grande público, sendo utilizado não somente no dia a dia das empresas como também em escolas e universidades.

*Uma planilha eletrônica é uma folha de caixas. Números são alocados nas caixas, que são organizadas em linhas e colunas para criar tabelas e números. As planilhas eletrônicas nos capacitam a mudar qualquer fator e ver imediatamente como essa mudança afeta nossa tabela. É possível escrever funções que realizam cálculos numéricos complexos ou manipulação de texto. A linguagem 'macro' torna possível escrever programas que controlam a planilha e criam uma interface entre uma aplicação complexa e um usuário inexperiente. (KURTZ DOS SANTOS, 1995, p. 30 e 31)*

Planilhas como o EXCEL, por exemplo, conferem ao usuário o poder de modelar processos através de equações próprias do programa referentes às suas células e às relações entre elas. Segundo Brosnan (1989 e 1990 apud KURTZ DOS SANTOS 1995), este é um fator complicador da ferramenta, uma vez que não permite a visualização dos processos modelados e deve ser feito única e exclusivamente a partir de equações. É certo que as planilhas eletrônicas possuem restrições, porém são importantes como base para outros sistemas de modelagem quantitativa como o CMS (Sistema de Modelagem Celular), por exemplo.

Como dito anteriormente, será dada ênfase neste artigo à ferramenta de modelagem quantitativa STELLA, que permite; através dos chamados diagramas de fluxo; uma melhor visualização do modelo como um todo e de seu comportamento dinâmico.

#### **4.2.1 Modelagem quantitativa utilizando STELLA**

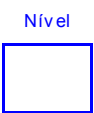
*STELLA é acrônimo para Structural Thinking Experimental Learning Laboratory with Animation (Richmond et al., 1987). Desenvolvida inicialmente para os computadores Apple Macintosh, é uma ferramenta de modelagem quantitativa que usa metáforas de tanques, válvulas e canos. [...] STELLA permite a construção de um modelo através da conexão desses objetos básicos, e o usuário não necessita definir equações diretamente. (KURTZ DOS SANTOS, 2002, p. 47 e 48)*

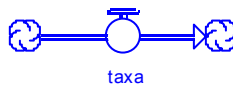
O programa STELLA ao invés de fazer uso de diagramas causais para modelar sistemas assim como o já estudado VISQ, utiliza diagramas provenientes deles e que são chamados de diagramas de fluxo. Conforme Richmond et al. (1987 apud KURTZ DOS SANTOS, 2002), apesar de os diagramas causais serem simples de aprender, fáceis de implementar e efetivos para representar sistemas fechados, eles se mostram

um tanto limitados para uma análise séria dos elos de retroalimentação<sup>3</sup>. Os autores ainda colocam que “por reconhecer a distinção entre estoques e fluxos, a linguagem estrutural (utilizada em STELLA) fornece um referencial mais rigoroso do que o diagrama causal, para vincular estrutura a comportamento dinâmico”.

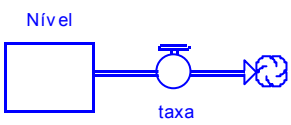
*[...] Roberts et al. (1983) apontam que o diagrama de fluxo é uma representação mais detalhada do elo de retroalimentação do que o diagrama causal. O diagrama causal ignora a distinção entre elos de causa e efeito que envolvem uma taxa de fluxo e que os que não envolvem. O diagrama de fluxo chama atenção explícita a essa distinção. [...] (KURTZ DOS SANTOS, 2002, p. 26)*

O STELLA trabalha basicamente com dois elementos: níveis e taxas. O

primeiro, também chamado de estoque, é representado por um tanque  e apresenta um valor inicial que pode crescer ou decrescer com o passar do tempo. Em geral é utilizado para variáveis acumulativas. Já as taxas são representadas por uma



velocidade com que sua quantidade é modificada. Deve-se ter claro que mais de uma torneira pode ser conectada a um tanque. Um modelo básico de diagrama de fluxo no

STELLA seria apresentado da seguinte maneira: . Um outro



que são constantes e atuam sobre o sistema ou também provenientes de outras quantidades.

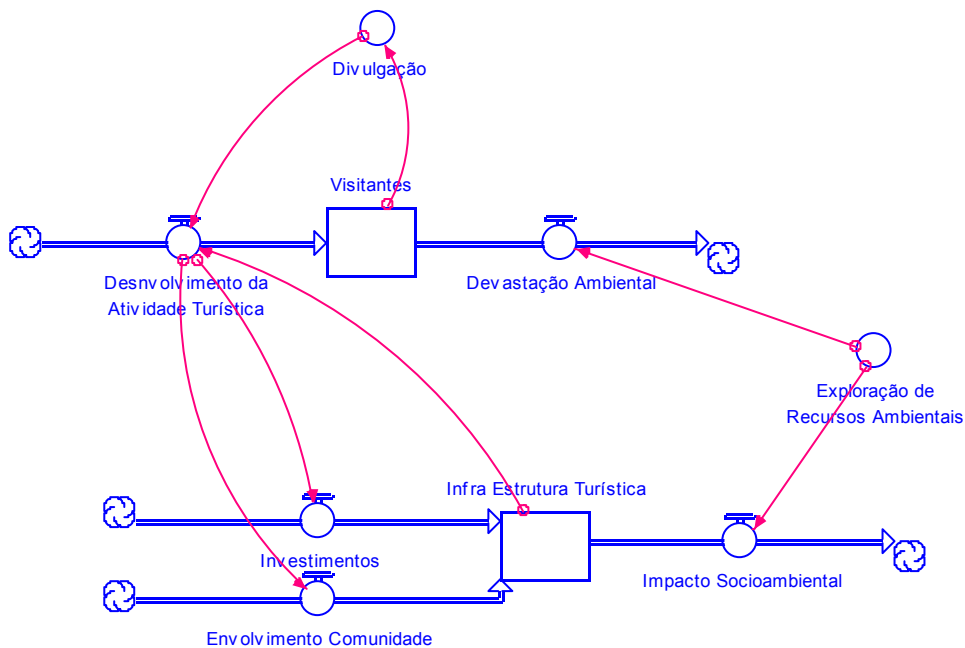
Segundo Kurtz dos Santos (2002), exceto por constantes, níveis e taxas são variáveis suficientes para representar um elo de retroalimentação. Para o autor, níveis são estados, que acumulam a ação de um sistema: “uma variável ‘nível’ é computada pela mudança, devido a variáveis taxas, que alteram o valor prévio do nível” (idem, p. 32). Já as taxas são vistas como ações que não podem ser medidas instantaneamente e só interagem pela sua influência sobre os níveis do sistema. Resumindo, pode-se dizer que “as taxas são variáveis de ação, e cessam quando a ação pára” e “os níveis são

<sup>3</sup> Segundo Kurtz dos Santos (2002, p. 24), um elo de retroalimentação “é o caminho que acopla a decisão, ação, nível (estado ou condição) de um sistema, e informação, com o caminho retornando ao ponto de decisão”.

acumulações do efeito da ação passada e continuam existindo, e podem ser observados mesmo se não existe atividade” (ibidem). Tomando como exemplo um lago e a chuva, enquanto está chovendo; a quantidade de água no lago está aumentando, a partir do momento em que cessa a chuva (taxa – a ação pára); a quantidade de água no lago se estabiliza (nível – acumulação).

Trabalhando com STELLA o usuário poderá construir um modelo sem necessitar de nenhum conhecimento prévio, pois, segundo Kurtz dos Santos (2002), é um programa de modelagem quantitativa que não exige conhecimentos sobre modelagem computacional. O autor ainda coloca que embora o usuário necessite fornecer relações algébricas entre as variáveis, o sistema as converte em linhas de programa assim facilitando a utilização do mesmo. Para completar, STELLA permite a visualização dos mais diversos gráficos, sejam eles temporais ou comparativos entre variáveis, além de tabelas de dados.

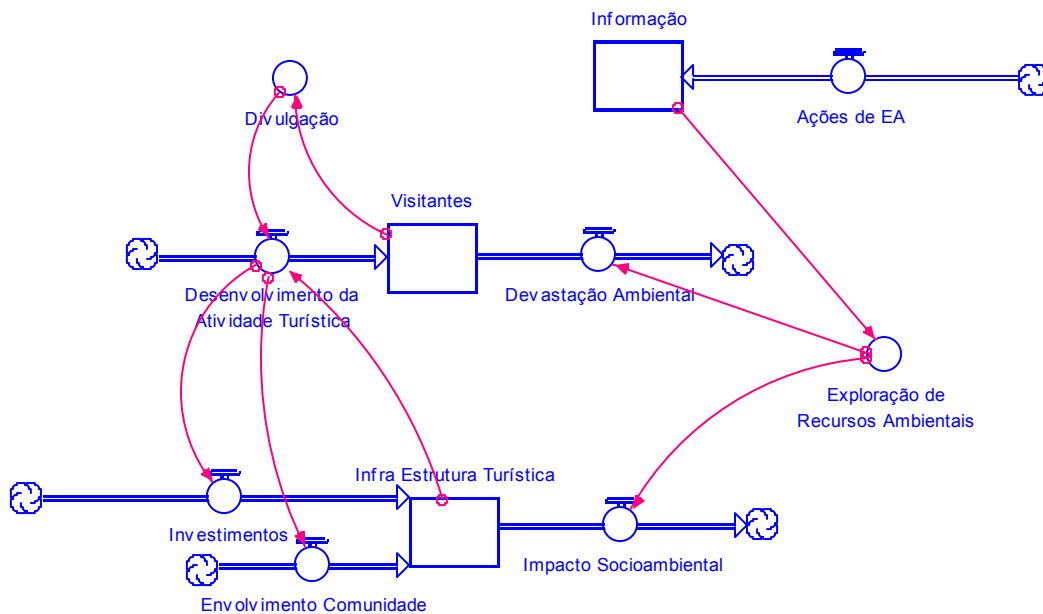
Com o objetivo de ilustrar o tema proposto neste artigo foram construídos no STELLA dois diagramas de fluxo<sup>4</sup>. Seguindo o mesmo processo realizado com o programa VISQ, o primeiro diagrama (veja figura 3) ilustra a atividade turística sem a influência da Educação Ambiental. Note que neste caso as taxas *Devastação Ambiental* e *Impacto Socioambiental* diminuem o número de visitantes do destino turístico e a infra-estrutura do local respectivamente, não havendo atenuante algum para o seu efeito negativo.



<sup>4</sup> Não foram considerados valores para as variáveis, sendo assim os diagramas possuem uma função meramente ilustrativa do processo modelado.

**Figura 3**

Já no segundo diagrama (figura 4) a atividade turística sofre influência de ações de Educação Ambiental, que irão gerar mais *informação* não só para os turistas como também para a comunidade local e assim impactar positivamente a *Exploração dos Recursos Ambientais*. Tal constante, por sua vez, irá causar uma diminuição das taxas *Devastação Ambiental* e *Impacto Socioambiental*, assim fomentando a atividade turística e contribuindo para a preservação do meio ambiente como um todo.



**Figura 4**

## 5 Considerações Finais

Por meio da pesquisa bibliográfica realizada a respeito da modelagem e de suas diversas ferramentas, é possível concluir que esse é um método bastante eficiente no que se refere à visualização de situações reais e previsão de possíveis acontecimentos futuros. Através da construção de modelos concretos se pode ordenar pensamentos e assim ter uma visão mais sistêmica dos mesmos, isto é, considerar cada processo como um todo mais rico do que as partes. Além disso, quando um modelo mental é transformado em um diagrama qualquer, ele se torna real e mais compreensível não só para a pessoa que o desenvolveu, como também para os demais.

Devido ao fato de os programas de modelagem possibilitarem ao usuário uma manipulação de seus modelos; incluindo e excluindo variáveis, modificando valores, construindo gráficos, etc.; eles são ferramentas que auxiliam de forma bastante



significativa na tomada de decisões e na comprovação de teorias. Empresários que estão para lançar um novo produto no mercado, por exemplo, podem dispor de modelos dinâmicos na tela do computador e a partir deles traçar as possíveis reações do público ou dos concorrentes, incluir estratégias virtuais (que não comprometem por serem reais somente no computador), aperfeiçoar o produto ou até mesmo descartá-lo, entre outras coisas.

Neste sentido, fica claro ser plausível a utilização dos programas VISQ e STELLA para a construção de modelos que comprovem a utilidade da atividade turística para a Educação Ambiental e vice-versa. Através deles foi possível enxergar que a inclusão de ações de ‘Educação Ambiental’ no processo turístico transformam uma prática extremamente prejudicial ao meio ambiente em auxiliar na luta pela preservação. Também o conseqüente desenvolvimento do Turismo devido a uma população mais consciente para com o meio ambiente foi demonstrado pelos modelos.

Portanto, o presente estudo atinge seu principal objetivo de comprovar a relação Turismo – Educação Ambiental e seus mútuos benefícios. Tal tema deve ser aprofundado e tratado com extrema seriedade, já que a atividade turística é uma das grandes vilãs do processo de devastação ambiental.

## **6 Referências Bibliográficas**

- BENI, Mario Carlos. *Como certificar o Turismo Sustentável*. Revista Espaço Acadêmico/nº 37, 2004.
- KURTZ DOS SANTOS, Arion de Castro. *Introdução à Modelagem Computacional na Educação*. Rio Grande: Ed. da FURG, 1995.
- KURTZ DOS SANTOS, Arion de Castro; CHO, Yoshihisa; ARAUJO, Ives Solano & GONÇALVES, Geovane Pedra. *Modelagem Computacional Utilizando STELLA: considerações teóricas e aplicações em gerenciamento, física e ecologia de sistemas*. Rio Grande: Ed. da FURG, 2002.
- KURTZ DOS SANTOS, A. C.; SAMPAIO, F. F.; FERRACIOLI, L. *Um Experimento de Modelagem Dinâmica Semiquantitativa com a Utilização da Técnica dos Hexágonos*. Revista Brasileira de Informática na Educação, Santa Catarina, v. 7, p. 21-35, 2000.
- SAMPAIO, Carlos Alberto. *Turismo: uma busca de outra racionalidade*. Rio Grande, Revista Ambiente e Educação, n. 8: 131 - 141, 2003.