

Logística e Simulação

Uma parceria de sucesso!

Guilherme Antônio Dias Pereira¹

Ao escrever o prefácio do livro *Comandos do deserto*, de autoria do brigadeiro Ralph Bagnold, livro em que é narrada a epopéia do LRDG – Long Range Desert Group e o nascimento do SAS – Special Air Service, o brigadeiro Peter Young, DSO, MC, nos presenteou com um texto conciso e brilhante que me permito transcrever a seguir:

Os exércitos em tempo de guerra são compostos por soldados profissionais e por civis em uniforme. Nem civis, nem soldados, são, todos, necessariamente guerreiros, pois, os primeiros, comumente não conseguem livrar-se das lembranças de sua atividade civil, enquanto os últimos, ninguém o ignora, preferem a rotina ordenada embora monótona do quartel às emoções e à “bagunça” da campanha. Na verdade, pouquíssimos nas duas categorias são verdadeiros “guerreiros”! Mas, são os guerreiros que ganham as guerras!

Mas... hoje, nós não vamos falar sobre guerreiros ou heróis, aqueles que, com seu valor, destemor e até temeridade, escrevem as páginas da história. Hoje, vamos falar da massa anônima que não ganha medalhas, homenagens, reconhecimento popular ou bustos em praça pública. Vamos falar sobre a mais humilde e fundamental das armas que, através dos

séculos permitiu que infantess, cavaleiros, tropas motorizadas, marinha, aeronáutica, desempenhassem seu papel com eficiência na paz e na guerra. Vamos falar dos intendentess, falar sobre a Logística, “a arma” que dá “às armas” os meios para lutar e vencer.

Comandos do deserto exalta as aventuras dos membros de LRDG e do SAS, unidades de elite do Exército Britânico, que receberam seu maior elogio da boca de seu maior antagonista, o general Rommel, “A Raposa do Deserto”, que declarou ter sido o SAS a menor unidade que impôs ao Afrika Korps o maior número de baixas proporcionais a seu efetivo durante a Campanha do Deserto.

Porém, ao se lerem os apontamentos de Bagnold, saltam aos olhos seus cuidados com o planejamento de suas ações de reconhecimento de longo alcance, levadas a cabo sempre por detrás das linhas inimigas, atravessando, com sucesso, milhares de quilômetros de deserto em caminhões adaptados de 1,5 tonelada e, mais adiante, pelo SAS, nos famosos Jeeps 4x4 de ¼ de tonelada, sempre apoiados pela Logística e pela segura navegação de longo curso providas pelo LRDG.

¹ Analista sênior de Sistemas & Métodos, especialista em Simulação Matemática (modelos lineares e não lineares); trabalhou em modelagem de obras como o metrô e o porto do Rio de Janeiro.



Figuras 1 e 2 – Viaturas operacionais da II Guerra Mundial

Fonte: o autor

Sem tal apoio logístico, as ações do SAS jamais teriam atingido o sucesso que as caracterizaram na Guerra do Deserto e que se tornaram sua marca registrada até os dias de hoje.

Apenas como curiosidade, apesar de ser, originalmente, um grupo de ações de comando terrestres, o SAS recebeu essa denominação para enganar o alto-comando alemão de que se tratava de unidades paraquedistas com um contingente muito maior do que aquele que de fato existia. Seu criador foi o famoso “Tenente Escocês” David Stirling. Hoje o SAS é a principal tropa de elite britânica, pau para toda obra, como os Seals e a Força Delta americanas.

A Logística, seja civil, seja militar, é um elemento crucial para o sucesso de qualquer empreitada.

Na vida civil, é ela quem abastece os meios de produção com seus insumos básicos, as famosas *commodities*, e quem distribui, após o processamento, os produtos de alto valor agregado deles resultantes!

É ela quem permite que a infraestrutura de um país movimente suas riquezas e seu potencial humano, através de portos, aeroportos e sistemas integrados rodoferroviários, construindo parâmetros de eficiência e buscando estabelecer as melhores relações de custo x benefício.

A origem do desenvolvimento e do aperfeiçoamento da Logística, como a maior parte das atividades humanas, nasceu das necessidades de sobrevivência e do atendimento das exigências da guerra em especial.

Que os pacifistas de plantão me perdoem, mas o impulso que sempre prevaleceu no homem, predador por excelência, o único animal no planeta que faz, sistematicamente, a guerra contra seus semelhantes e o levou a criar uma tecnologia cada vez mais eficiente, foi o desenvolvimento da *arte da guerra*. A história, infelizmente, o comprova. Não é possível dissociarmos a História da Guerra. Na verdade, a nossa História é a História das nossas Guerras, a nossa História, é Militar!



E, se a História é Militar, é preciso entender que ela só pôde ser escrita graças à Logística. Exércitos só lutam se bem alimentados e municiados. Só lutam com eficiência se abastecidos e assistidos em suas necessidades básicas de abrigo, conforto e socorro médico-hospitalar. Só são vitoriosos se apoiados por um sistema de transporte eficiente entre a retaguarda que alimenta e a frente de batalha onde se destrói a capacidade de combater do inimigo. No final, independente da coragem individual de seus soldados e da capacidade estratégica dos que dirigem as ações de campanha, ganha quem consegue mover maior número de homens e mantê-los alimentados e atirando por mais tempo...

O que é comum passar despercebido é o fato de que, para cada combatente que empunha uma arma, desde um simples fuzil a um míssil nuclear, existem incontáveis anônimos, civis e militares que, com seu suor, risco e esforço, permitem que suas armas, simplesmente, funcionem quando necessários.

Se a Logística sempre seguiu e aprovvisionou exércitos, a sofisticação dos modernos meios de combate e a consequente mecanização do *front* a vem tornando, dia a dia, mais complexa. À insipiente mecanização da Primeira Guerra, seguiu-se a maturidade atingida durante a Segunda Guerra Mundial, alcançando seu expoente máximo nos dias atuais.

Foi essa mecanização durante a Segunda Guerra que estabeleceu os princípios da atual Guerra Industrial, o famoso *complexo industrial-militar*, responsável pelos aperfeiçoamentos técnicos que tor-

naram possível o movimento de números superlativos de homens e armas, como os envolvidos na operação Overlord, o Dia "D", a histórica invasão da Normandia em junho de 1944.

Foi em meio a esse cenário apocalíptico que assistimos ao surgimento da pesquisa operacional, a hoje famosa PO — uma nova técnica para a manipulação precisa dos imensos recursos humanos e materiais da guerra moderna, baseada na Teoria das Probabilidades, nascida no século XIX. Esta, por sua vez, deu origem à PLOM — Programação Linear por Objetivos Múltiplos, extensão da PO, na qual se busca a maximização dos resultados positivos e a minimização de riscos, custos e prejuízos. A pesquisa operacional foi magistralmente definida pelo visionário e ficcionista Arthur C. Clark como "a arte de vencer guerras sem lutar".

Ao final dos anos 1940, uma nova ferramenta, o ordenador ou computador eletrônico, veio agregar-se a ambas, transformando, pela primeira vez, de forma eficiente, teoria em aplicação prática. Antes, não existiam meios para manipular, com segurança as miríades de variáveis que compunham o complexo problema da administração militar. O curioso é que John Von Neumann, um dos criadores do que seria a moderna Informática, tinha como objetivo inicial a previsão do tempo, que, embora aperfeiçoada com o uso dos satélites, ainda hoje, se encontra muito longe de seu sonho original. O principal motivo: a imensa quantidade de variáveis aleatórias envolvidas no processo.

No início, as linguagens de computação eram rústicas e genéricas, como o Fortran (Formula Translator), dos anos 1950. Nos anos 1960, surgia o GPSS (General Purpose Simulation System), da IBM, a primeira das linguagens de Informática especificamente desenvolvida para o uso em simulação matemática, capaz de operar eficientemente a variável *ucaso* com o uso de números aleatórios ou pseudorrandômicos, como os produzidos pelo método do Quadrado Médio de Von Neumann (1946), até hoje o mais simples e eficiente deles.

Ao GPSS seguiram-se o ARENA (1980) e o PROMODEL (1990), além de vários outros, como o Automodel, o Klik&Play, o Vistapro, que não obtiveram tanto sucesso, cada um deles dando um progressivo aumento à qualidade gráfica 2D e 3D de seus modelos, além de uma crescente interoperabilidade com o sistema operacional Windows, que, já então, dominava o mundo dos computadores digitais.

Hoje, ferramentas como o Simul8 e o Any Logic transformaram, pela facilidade de manuseio quase intuitivo, a simulação matemática em, praticamente, um passatempo para seus iniciados.

Em associação com o desenvolvimento das ferramentas gráficas e de simulação, novas notações matemáticas, como a Teoria do Caos e a Geometria Fractal, estabelecidas e sistematizadas na década de 1970, vieram dar à simulação matemática uma capacidade de integralização às curvas teóricas da PO, que se tornou capaz de proporcionar, em alguns casos, 99% de

probabilidade de acerto em suas análises prospectivas.

Mas, afinal, no que consiste esse processo de simulação? Na prática, ele surgiu desde o nascimento da necessidade de planejar as ações. Os primeiros modelos de simulação eram icônicos ou físicos, simples maquetes, que procuravam retratar, com maior ou menor riqueza de detalhes, o cenário no qual se desenvolveriam as operações, desde a construção de um dique ou de uma pirâmide até os movimentos de tropas de cerco e sítio de fortalezas e cidades. Temos registro do emprego de tais métodos desde a idade antiga.

Uma evolução destes foram os modelos analógicos, que já buscavam imprimir um dinamismo, uma sensação de movimento aos processos sob análise. É o caso de modelos em que se emprega um fluxo de água para simular uma corrente elétrica ou o caso de tanques de água nos quais se simulam ondas para avaliar a capacidade de flutuação de navios diante de tempestades.

O passo seguinte foi estabelecido pelos modelos simbólicos ou matemáticos, que começaram a ser desenvolvidos quando as notações matemáticas começaram a evoluir. Na realidade, eles se constituem em conjuntos de fórmulas que permitem a construção de sistemas de equações lineares, os quais, de forma simplificada, buscam retratar o comportamento dos sistemas dinâmicos reais. Esses sistemas lineares, normalmente, atuam dentro de um processo determinístico, cujos resultados podem ser aferidos, na imensa maioria dos casos, com precisão, através de métodos estatísticos, que evoluíram desde

nas suas anales Henri Poincaré criou a Teoria das

habilidades no século XIX.

consiste Finalmente, a primeira metade do século
prática XX marcou o nascimento dos chamados
da necessos procedurais de simulação, que, a par-
primeiros desenvolvimento de processos gerado-
nômicos ou números denominados randômicos ou
curavam aleatórios como o Método do Quadra-
riqueza de dio, permitiram a representação de pro-
desenvolv dinâmicos em computadores digitais.

onstrução da evolução desses novos modelos com-
de até os onais, que podem ser classificados como
e sítio de sticos ou dinâmicos (lineares e não li-
istro do et) abriu as portas para que a simulação
a idade anática conseguisse tangenciar, de forma
foram os tez mais precisa, a realidade. Principal-
cavam impós o surgimento da moderna Teoria
ção de movs e de seu suporte matemático, a Geo-
se. É o c) Fractal.

ega um fluHoje, modelos de simulação empregan-
rente clétentes fractais, em substituição aos tradi-
a nos quais números pseudorrandômicos, con-
a capacidade propiciar resultados extremamente
de tempess, mas ao custo de uma complexidade
foi estabe grande, só justificando sua aplicação em

ou matem
envolvidos
as começa
es se cons
as que per
s de equac
ma simpli
portament
s. Esses si
atuam den
ico, cujos r
na imensa
cisão, atra
evoluíram

estudos nos quais o mais absoluto grau de confiabilidade é fundamental.

Como já ficou claro, o aumento de confiabilidade e precisão dos modelos de simulação é razão direta do aperfeiçoamento das notações matemáticas que a eles são aplicadas.

No presente, as técnicas de simulação se servem de um conjunto crescente de ferramentas estatísticas traduzidas em curvas teóricas, que buscam representar de forma simplificada (linear) o complexo mundo real (não linear). Entre as diversas curvas ou funções matemáticas disponíveis, temos: *normal*, *triangular*, *uniforme*, *médias simples* e *ponderada*, *erlang*, *exponencial*, *log normal*, *weibull*, *gamma*, *beta*, *pearson cor*, *gauss*, *binomial*, *poisson*, *geométrica*, *bernoulli* etc. Cada uma delas procurando descrever, da melhor forma linear possível, fenômenos mais ou menos complexos (não lineares).

Dessas todas, destacam-se por seu uso mais frequente, as distribuições ou funções *uniforme*, *normal*, *poisson* e *exponencial negativa* (Figuras 5 a 10), que foram sintetizadas no Modelo Erlang.

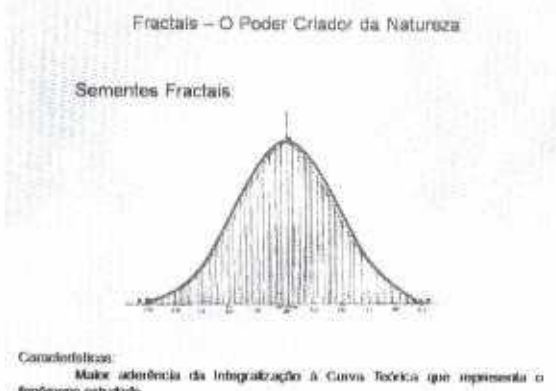
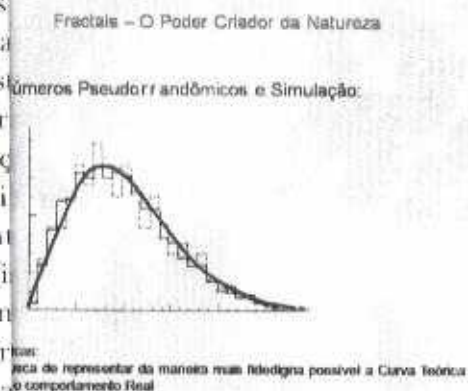


Figura 4 – Sementes fractais
Fonte: o autor

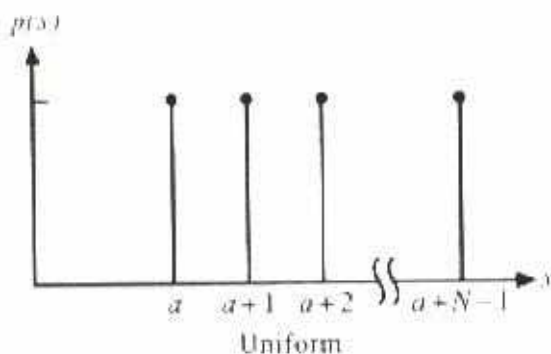


Figura 5 – Curva uniforme.
Fonte: o autor

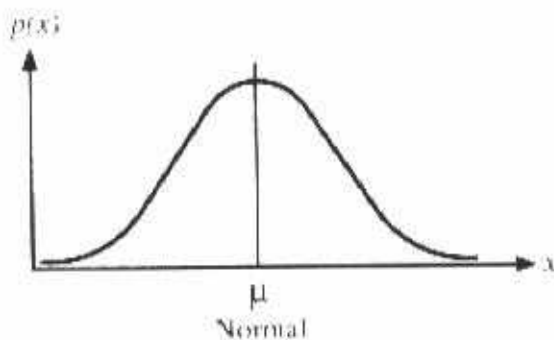


Figura 6 – Curva normal.
Fonte: o autor

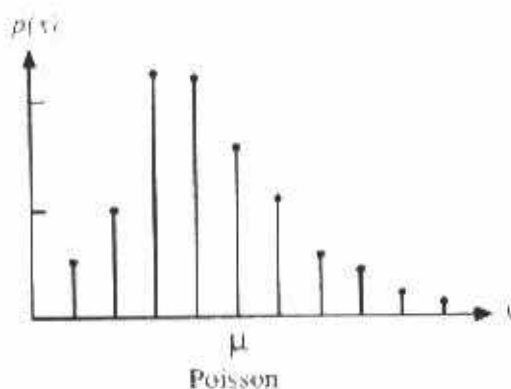


Figura 7 – Curva de Poisson.
Fonte: o autor

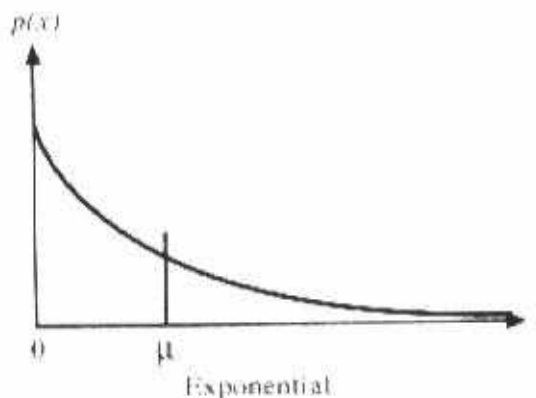


Figura 8 – Curva Exponencial.
Fonte: o autor

Simulação Discreta de Eventos – As Curvas Teóricas
Distribuição Erlang

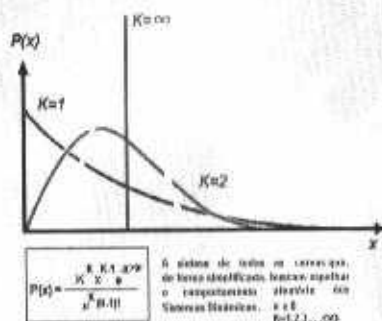
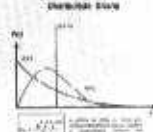


Figura 9 – Distribuição de Erlang.
Fonte: o autor

Simulação Discreta de Eventos – As Curvas Teóricas

E) Distribuição Erlang – Estrutura Matemática:

Todas as suas (Distribuição Teórica) das curvas que descrevem, de forma simplificada (e linear), o comportamento dos Sistemas Estocásticos.



$$P(x) = \frac{\mu^K x^{K-1} e^{-\mu x}}{(K-1)!}$$

$K \in \mathbb{N}$
 $K=1, 2, 3, \dots, \infty$

$$\mu = \bar{X} \quad \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\sigma = S, \quad S = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1} \right)^{1/2}$$

$$\bar{X}_n = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i \cdot n)}{\sum_{i=1}^n n} \quad K = \frac{\mu}{\sigma^2}$$

Para obter as e obter K, use o valor de Erlang.

Figura 10 – Distribuição de Erlang – estrutura matemática.
Fonte: o autor

O Modelo Erlang pode ser definido como uma síntese comportamental das principais funções lineares, que representam de forma simplificada o comportamento não linear dos sistemas dinâmicos, desde seu estado inicial de entalpia máxima a seu estado final de entropia máxima, evoluindo aos estágios sucessivos da degenerescência dos processos produtivos, que pode ser postergada pela injeção sistemática de insumos ao modelo, tendo-se a consciência de que, ao final, a entropia *sempre* triunfa.

Mas, afinal, o que é entalpia, o que é entropia?

De uma forma bem simples, podemos definir entalpia como a energia máxima potencial armazenada em um sistema dinâmico antes que este comece a operar. Por exemplo, tomemos um carro antes do início de uma viagem com seu tanque de combustível cheio. O sistema dinâmico é o carro, a energia potencial está armazenada no tanque de combustível.

Digamos que esse tanque tem capacidade para 50 litros e que o carro pode percorrer 10km com um litro de combustível; assim, a energia potencial acumulada é suficiente para dar ao carro uma autonomia de 500km.

Consideremos que a viagem planejada vai ser de 480km, entre a origem e o destino final. Isso significa que o carro chegará a seu destino com dois litros de combustível, quase no fim de sua autonomia. Se o carro consumisse todo o combustível, ele teria atingido a entalpia mínima, por conseguinte, o estado de máxima entropia, ou seja, podemos dizer que, grosseiramente, entalpia e entropia são antônimos.

A entropia é um fenômeno muito interessante e um pouco perturbador, também conhecida como 2ª Lei da Termodinâmica (chamada, pelos físicos, simplesmente, "2ª Lei") ou "morte pelo calor", enunciada no início do século XIX. Em sua versão mais simples, a 2ª Lei enuncia que o calor flui do quente para o frio, sempre buscando um equilíbrio térmico (o caso do gelo que derrete num copo).

Foi no ano de 1956 que o físico alemão Hermann von Helmholtz fez uma previsão que viria provavelmente a ser a mais deprimente da história da ciência: "o Universo está morrendo".

Em síntese, o trabalho de Helmholtz, Rudolf Clausius e Lord Kelvin provou ser a entropia uma mudança de estado irreversível na termodinâmica e que a entropia de um sistema fechado *sempre* cresce, buscando um estado final de equilíbrio térmico no qual toda a energia potencial (entalpia) terá sido consumida.

Foi como resultado dessa constatação que o filósofo Bertrand Russel escreveu, em seu livro *Porque não sou Cristão*, a avaliação sombria de que não haveria motivação para a incansável busca da espécie humana por conhecimento e progresso, já que nada restaria ao fim.

Bom, definidas entalpia e entropia, como representá-las em um modelo de simulação?

Aí entram nossas quatro funções ou curvas básicas: *uniforme, normal, poisson e exponencial negativa*.

A função uniforme pode ser utilizada para uma representação extremamente simplificada da energia potencial de um sistema

dinâmico (entalpia). Já a função exponencial negativa, pode ser utilizada para representar o ponto em que toda esta energia se dissipa e o sistema dinâmico atinge seu ponto de equilíbrio térmico final ou repouso (entropia).

As duas outras curvas, a *normal* (também chamada curva de Gauss ou curva de Sino) e a *poisson*, podem representar os passos intermediários do consumo de energia dentro de um sistema dinâmico. A curva normal surge a partir da função uniforme (representação da entalpia) como se esta fosse uma linha dobrada ao meio, cujas bordas vão paulatinamente se afastando de forma proporcional e o ponto central da linha vai, pouco a pouco, tornando-se mais e mais baixo. Durante uma boa parte desse processo, as bordas e o centro permanecem equidistantes em equilíbrio, porém, conforme o processo de consumo de energia prossegue, começa a se manifestar um desequilíbrio no sistema, e a curva normal começa a adquirir os contornos de uma curva de Poisson (mais barrigudinha para um lado). Finalmente, esta ultrapassa o ponto de inflexão, transformando-se em uma curva exponencial negativa, representando o ponto de equilíbrio termodinâmico (entropia).

Para um sistema dinâmico *fechado*, como acreditamos, hoje, ser o nosso Universo, é o *fim*. Todavia, se estivermos trabalhando com um sistema *aberto*, que possa receber insumos externos (por exemplo, o carro que, ao final da viagem, para num posto de gasolina e enche o tanque), esse processo pode tornar-se oscilante entre entalpia máxima e entropia máxima de forma infinita (essa "morte" e "renascimento" é defendida por alguns adeptos da Cosmologia, baseados nas tradições do Vedas Indianos).

O melhor modelo linear que expressa este processo é o modelo de Erlang, que, servindo-se de uma única expressão matemática, permite o estabelecimento de um fator "k" (ou "m" se preferirem), que possibilita ao modelo matemático assim gerado representar estas "mudanças de estado" (ou mudanças comportamentais) com bastante eficiência.

Vamos falar, agora, um pouquinho sobre estes conceitos de linearidade e não linearidade para procurar torná-los um pouco mais claros.

Ao longo da história humana, em especial da história da civilização ocidental, que sofre enorme influência do pensamento grego, positivista, o ser humano buscou de forma sistemática e incessante a compreensão da natureza através da matemática e da geometria euclidiana.

Essa forma simplificada de raciocinar, esse cartesianismo, nos permitiu grandes avanços na compreensão dos fenômenos físicos que nos cercavam, mas, a longo prazo, nos induziu a um erro: nos fez acreditar que o mecanismo universal poderia ser explicado com a adoção de processos algébricos simples. Hoje, sabemos que o Universo é um mecanismo muito mais complexo e que o mesmo não se comporta de forma linear, mas de uma forma aparentemente aleatória (não linear), que começou a ser mais bem visualizada com a Teoria das Probabilidades, que permitiu, por sua vez, o nascimento da Mecânica Quântica com seu esquizofrênico leque de "probabilidades"... A partir daí, o grupo dos físicos denominados "quânticos" passou a rejeitar as explicações simples como a da famosa equação de Einstein $E=mc^2$ e a acreditar que o Universo não poderia ser explicado, em sua não linearidade, por soluções simples e definitivas que culminariam com uma única expressão matemática

capaz de sintetizar a física do cosmo, a sonhada Teoria do Campo Unificado, que Einstein perseguiu até o fim da vida. Isso foi sintetizado pela frase de Wolfgang Pauli, um dos pesquisadores que se dedicou de corpo e alma à TCU: "O que Deus separou, o homem não pode unir".

Todavia, na década de 1970, o surgimento da Teoria do Caos, suportada pela Geometria Fractal, apontou-nos um novo horizonte, forjando a expressão um tanto incongruente à primeira vista: "Caos Determinístico".

Na realidade, o que essa expressão insólita busca exprimir é um conceito de que não existem fenômenos que possam ser considerados aleatórios (não lineares) no "contínuo" do espaço-tempo (tudo o que tiver a menor possibilidade de acontecer, com o tempo, acontecerá), da mesma forma que, em contrapartida, não existem fenômenos que possam ser considera-

dos lineares (determinísticos), quando a observação se dá em um determinado intervalo de tempo (nossas vidas, nossas conquistas da ciência, acontecem num intervalo de tempo muito curto para podermos observar todas as mudanças de variáveis que podem ocorrer no "contínuo" do espaço-tempo).

Hoje, o Exército Brasileiro, através de seu Curso M3H (OS No 08/2013-DPHCEX/ CEPHIMEx), vem buscando apresentar e disseminar o uso dessas modernas técnicas de computação em suas aplicações à Logística tradicional, qualificando uma equipe em seu uso, com vistas ao seu incremento nas aplicações militares do dia a dia.

A **Figura 11** ilustra um exercício simples, mostrando, sob a forma de uma representação animada 2D, o deslocamento de uma divisão mecanizada desde o mo-

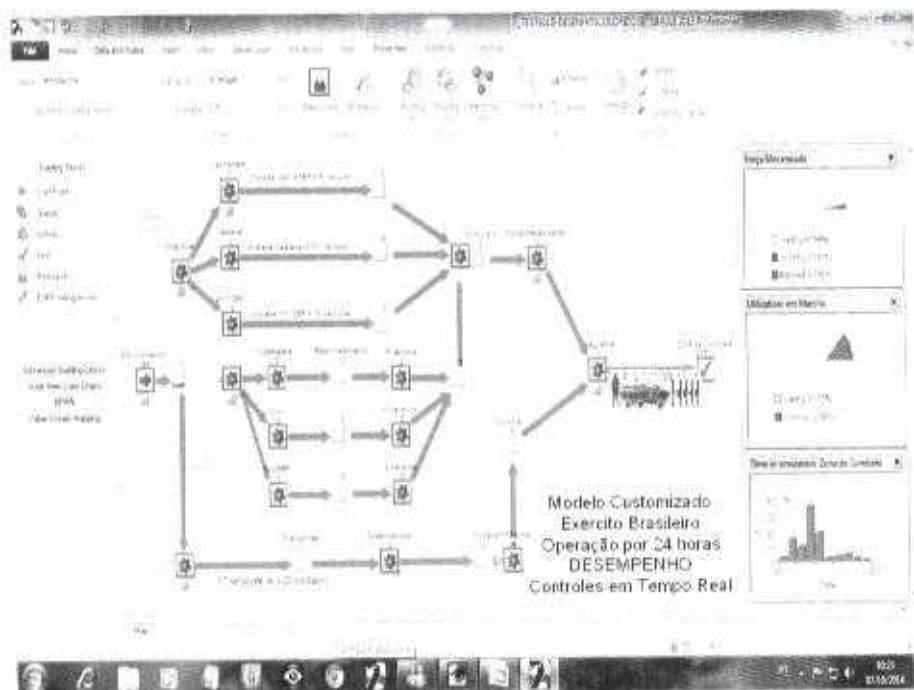


Figura 11 – Gráfico de simulação do transporte de uma divisão motorizada
Fonte: o autor

mento em que são expedidas as ordens de marcha até a chegada das tropas e equipamentos à frente de batalha.

Atualmente, ferramentas como o ARENA, o PROMODEL, o ANYLOGIC e o SIMUL8 nos permitem realizar uma avaliação segura e precisa dos mais diversos cenários prospectivos civis e militares, antes que seja necessário fazer-se o mais simples exercício prático, antes que seja necessário mover-se uma só pedra, enxugando, substancialmente, custos, uma vez que só as hipóteses mais promissoras ou as mais complexas, com maior risco potencial, precisam ser submetidas a um teste de campo.

Essas ferramentas vêm sendo utilizadas em todo o mundo com imenso sucesso, em cenários de planejamento civil (infraestrutura e logística de portos, aeroportos e sistemas rododiferroviários de alta capacidade de carga e passageiros) e militar (cenários prospectivos logísticos, táticos e estratégicos), desta forma, economizando milhões em recursos materiais e poupando vidas, o que não tem preço.


No Brasil, essas ferramentas e suas técnicas de aplicação vêm sendo utilizadas há, pelo menos, 40 anos. Infelizmente, a falta de visão e de conhecimento de seu potencial por administradores públicos e privados tem restringido sua utilização ao uso acadêmico e à análise de megaprojetos governamentais e multinacionais, nos quais se tornaram condição indispensável para a aprovação de em-

préstimos junto às grandes instituições de fomento nacionais (CEF, BB etc.) e internacionais (BID, BIRD etc.), com aval do BNDES (antes uma mera ferramenta de apoio à decisão, esses modelos de simulação passaram à qualidade de exigência na comunidade de investidores internacionais a partir de 2008).

Sua adoção sistemática na operação logística de nossas Forças Armadas pode vir a representar, mais do que uma simples inovação tecnológica, uma arma extremamente eficaz de sobrevivência frente às demandas e ao atrito dos modernos cenários de combate, caracterizados por sua alta intensidade.

Os meios de comunicação e processamento de dados tornaram o mundo um lugar minúsculo, de fronteiras volúveis. Hoje, a chave do sucesso civil ou militar reside na capacidade de prever nossas necessidades atuais e futuras, de curto, médio e longo prazos, e de nos dotarmos dos meios para atendê-las de forma eficiente.

Até o presente, nenhuma ferramenta conseguiu substituir a simulação no processo de identificação precisa dessas necessidades. Nenhuma substituiu a Logística em sua missão de atendê-las com eficiência.

“É preciso pesquisar para conhecer, conhecer para compreender, compreender para solucionar.” E a mais segura maneira de se fazer isso ainda é simulando o que se pretende executar... 

Referências

Comandos do Deserto – 1975 – RENES – Arthur Swinson

Jipe “O Indestrutível” – 1976 – RENES – D Denfeld & M Fry

A Guerra dos Seis Dias – 1979 – RENES – A J Barker

Tempestade do Deserto – 1998 – Bibliex – Frank N Schubert & Theresa L Kraus

Combinação de Armas – 2008 – Bibliex – Jonathan M House

O Pensamento Estratégico e o Desenvolvimento Nacional – 2008 – MP – Márcio T Bettega Bergo

GPSS – IBM – 1978 – Programmer’s Guide

Modelagem e Simulação de Sistemas – 1984 – Jair Strack

GPSS/PC – Minuteman Software – 1985 – Programmer’s Guide

GPSS Simulation – 1990 – Zaven A Karian & Edward J Dudewicz

Introduction to Simulation Modeling – 1992 – James A Chisman

GPSS/PC – Wolverine Software – 1996 – Programmer’s Guide

Modelagem Matemática – A Simulação da Realidade – 1996 – Guilherme A D Pereira

Qualidade – O Modelo da Natureza – 1997 – Guilherme A D Pereira

Modelagem e Simulação em ARENA – 2001 – Paulo José de Feitas Filho

Programação Linear – 2004 – Darci Prado

Usando ARENA em Simulação – 2004 – Darci Prado

Teoria das Filas e Simulação – 2006 – Darci Prado

Promodel – 2005 – Programmer’s Guide

Promodel – Curso de Treinamento – 2006 – Belge

SIMUL8 – 2004 – Reference

SIMUL8 – 2012 – Programmer’s Guide

SIMUL8 – 2013-2015 – Guide On-Line

Any Logic – Anylogic in Three days – 2015 – Iliia Grigoryev

Gestão de Riscos – Simule Antes que seja tarde! – 2015 – Guilherme A D Pereira

Sind Wir Allein im Kosmos? – 1970 – Coletânea

Das Unerforschte – 1975 – F L BOSCHKE

- Chaos – Making a New Science – 1987 – James Gleick
The Origin of the Universe – 1994 – John D Barrow
The Last Three Minutes – 1994 – Paul Davies
Rare Earth – 2000 – Peter D Ward & Donald Brownlee

Referências Pessoais do autor



- 1- LinkedIn;
www.linkedin.com/pub/guilherme-a-d-pereira/4a/6b9/a14
- 2- Wikipédia;
https://pt.wikipedia.org/wiki/Usu%C3%A1rio:Guilherme_A_D_Pereira
- 3- Plataforma Lattes;
<http://lattes.cnpq.br/7666290038126561>

NR: A adequação do texto e das referências às prescrições da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é de exclusiva responsabilidade dos articulistas.