

O Colapso de Tudo

John Casti

Gabriel Gonini

Lucas Kulakauskas



SUMÁRIO

- O autor
- O livro
 - Preâmbulo
 - Eventos **X**
 - Regime dos Eventos **X**
 - Os sete princípios da complexidade
 - Por que o normal já não é mais tão normal
 - Os casos
- Conexão com **Tecnologia & Desenvolvimento**
- Eventos **X** revisitados



AUTOR



- Estadunidense nascido em Oregon, 1943;
- Ph.D. em matemática pela University of Southern California, 1970;
- Professor em universidades dos Estados Unidos;
- Membro da equipe de pesquisa em *International Institute for Applied Systems Analysis* (IIASA);
- Editor dos *Journals* :
 - *Applied Mathematics & Computation* (Elsevier, New York)
 - *Complexity* (Wiley, New York)



AUTOR

- Hoje é diretor de The X-Center, um instituto em Viena focado no desenvolvimento de ferramentas para a **antecipação de eventos extremos** na sociedade humana;
- Especialista em modelagem matemática de sistemas e estudioso em **complexidade**;
- Publicou mais de 120 artigos científicos, 7 livros textos e 14 livros de literatura científica.

JOHN CASTI



O COLAPSO DE TUDO

OS EVENTOS EXTREMOS QUE PODEM DESTRUIR A CIVILIZAÇÃO A QUALQUER MOMENTO

O LIVRO

Não é um relato de apocalipses prestes a assolar a humanidade e a conduzir nosso estilo de vida de volta aos padrões da era pré-industrial. Apresenta possibilidades dramáticas, raras e surpreendentes que podem ter enorme **impacto** na vida humana mesmo que vivamos a ilusão da **não-causalidade** de nossos atos.

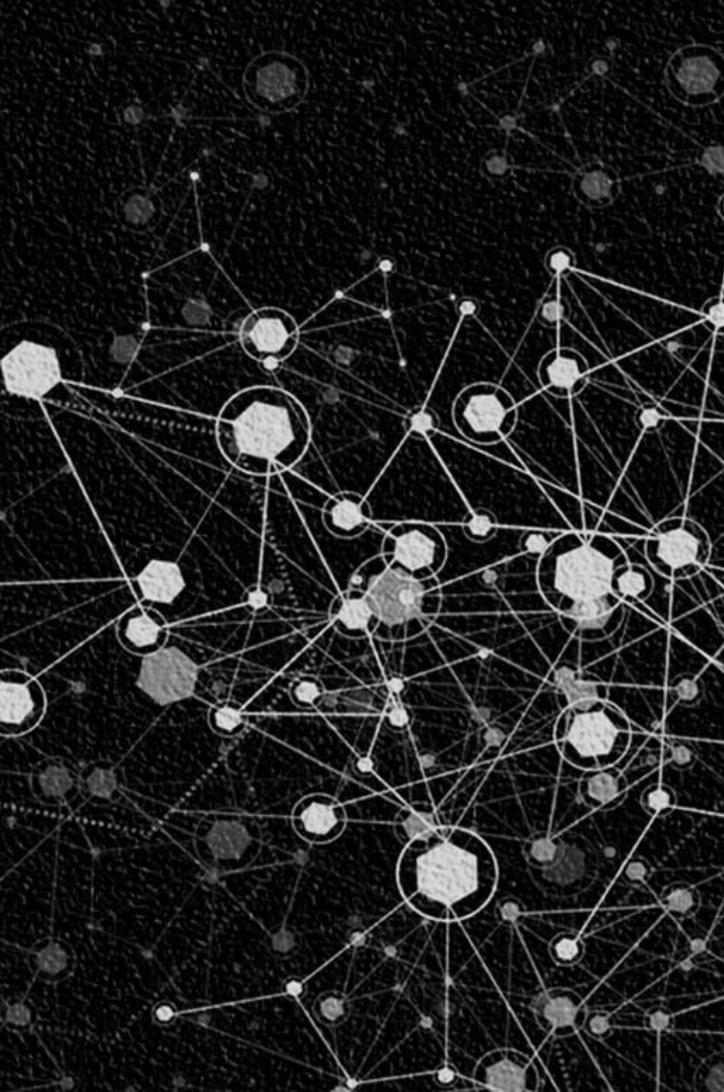
PREÂMBULO

Complexidade é caracterizada por:

- Abordagem transdisciplinar dos fenômenos;
- Mudança de paradigma;
- Abandona o reducionismo;
- Dá lugar à criatividade e ao caos.

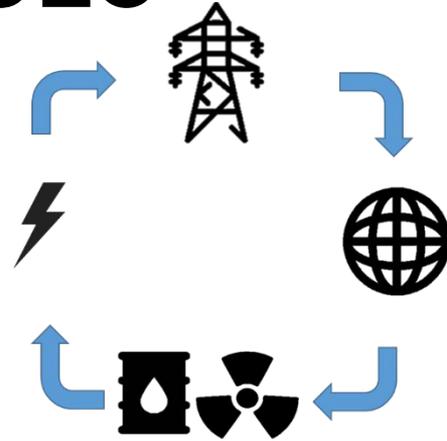
Evento X é a forma que a natureza tem de reduzir uma sobrecarga de complexidade que se tornou insustentável.

- Visa restaurar o equilíbrio sustentável;
- Podem gerados ou impulsionados pelo **homem**.



PREÂMBULO

Sistemas **entrelaçados** aumentam a complexidade e necessitam de solidez e proteção contra falhas, porém que funcionam apenas para abalos **inexpressivos e previsíveis**.



Eventos **X** são caracterizados por:

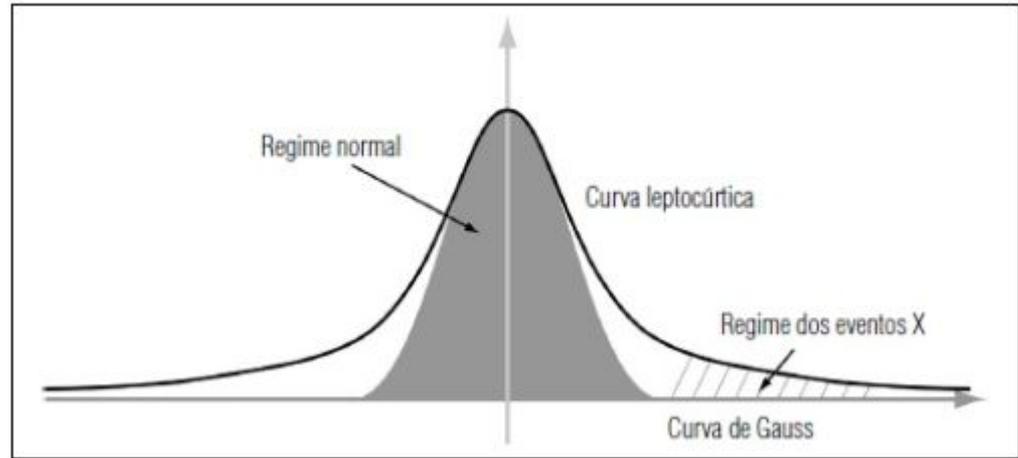
- Alto grau de imprevisibilidade;
- Grande impacto na sociedade;

*Quanto mais **surpreendente**, mais **extremo** é o evento.



REGIME DOS EVENTOS X

- Regime normal é tratado probabilisticamente pela curva de Gauss;
- Regime dos eventos X é dado pela curva leptocúrtica.





PRINCÍPIOS DA COMPLEXIDADE

01

Emersão

O todo é diferente da soma das parte

02

A hipótese da rainha de copas

Evoluir para sobreviver

03

Tudo tem um preço

Escolha conflitiva entre eficiência e resiliência

04

O princípio de Cachinhos Dourados

Graus de liberdade na "medida certa"

05

Incompletude

Apenas lógica não é suficiente

06

Efeito borboleta

Pequenas mudanças podem gerar grandes consequências

07

Lei da variedade necessária

Só a complexidade pode controlar a complexidade

PARTE 1

Por que o normal já não
é mais tão “normal”.



DO NADA

Os eventos **X** podem ter causa natural. Terremotos, vulcões, choques de asteroides e outros acontecimentos do gênero estão fora do âmbito da ação humana, somos **impotentes** para influenciar os desígnios da natureza.

Porém, parte mais interessante e relevante para a humanidade são as catástrofes causadas pelo **homem**, talvez intensificadas pela natureza.



O FATOR HUMANO

Acontecimentos inesperados capazes de matar milhões de pessoas estão dentro do possível.

Os seres humanos nunca foram tão vulneráveis aos eventos **X** quanto hoje uma vez que somos dependentes de complexas infraestruturas que são **frágeis!** Logo somos **vulneráveis!**

Quando o nível de complexidade se torna maior do que o sistema pode suportar, um evento **X** ocorre para o sistema **restaurar** seu equilíbrio sustentável.



POMBAS BRANCAS E CISNES NEGROS

Após Nova Orleans ser devastada pelo furacão Katrina, em 2005, o general Carl Strock, declarou:

*Quando o projeto foi concebido (...) **calculamos** que tínhamos um nível de proteção para **duzentos** ou **trezentos anos**, ou seja, o acontecimento do qual estávamos nos protegendo poderia se exceder a cada duzentos ou trezentos anos. Isso representa uma **probabilidade de 0,5%**. Nossa segurança, portanto, era de 99,5%. Infelizmente, tivemos esse 0,5% aqui.*

*Deve-se **substituir** a probabilidade e a estatística por um **novo paradigma**. Os descompassos de complexidade são ponto de partida para essa mudança.



POMBAS BRANCAS E CISNES NEGROS

Prever eventos X é uma missão impossível, por outro lado, creio ser perfeitamente viável desenvolver ferramentas para antecipar eventos extremos.

Já que eventos atípicos não são previstos, eles geralmente são **desconsiderados** na concepção dos sistemas, o que os torna especialmente perigosos, uma vez que estão também cada vez mais complexos.



ESTAMOS CONDENADOS?

Rendimentos decrescentes: quanto mais energia se gasta, menos benefícios adicionais são obtidos.

A crise surge quando reconhecemos que as sociedades devem solucionar problemas constantemente se quiserem continuar crescendo, mas a solução para esses problemas requer estruturas ainda mais complexas. Em última instância, chega-se a um ponto em que todos os recursos são consumidos apenas para manter o sistema em seu nível atual.

PARTE 2

As hipóteses não são previsões do futuro, mas exercícios de raciocínio para estimular o debate sobre os diversos fatores que poderiam culminar em acontecimentos.



1. APAGÃO DIGITAL

Egito, 28 de Janeiro de 2011:

*Internet saiu do ar na mesma hora em que manifestantes se preparavam para **protestar** contra o presidente Hosni Mubarak, há 30 anos no poder.*

Os 4 provedores estavam sob estrita **supervisão** do governo.

Δ complexidade entre o sistema de controle e os usuários.





1. APAGÃO DIGITAL

Em 2008:

- Mais de 1 tri de endereços.
- Mais de 30000 anos para ler.
- 5 bi GB.

O Google em 10 anos indexou 0,5% dos dados.

A refrigeração dos servidores consome **mais** energia do que todas as casas de Mountain View.

Quanto tempo um computador novo leva para ser infectado quando se conecta à internet?



1. APAGÃO DIGITAL

Em 2008:

- Mais de 1 tri de endereços.
- Mais de 30000 anos para ler.
- 5 bi GB.

O Google em 10 anos indexou 0,5% dos dados.

A refrigeração dos servidores consome **mais** energia do que todas as casas de Mountain View.

Quanto tempo um computador novo leva para ser infectado quando se conecta à internet?

4 minutos



3. O DIA EM QUE OS ELETRÔNICOS PARARAM Tecnologia dos **anos 40**.

1962: PEM a 400 km de altitude resultante de uma explosão nuclear sobre o Pacífico Sul.

Sentido em Honolulu, a mais de 1000 km.

Queimou lâmpadas, disparou alarmes e danificou uma estação de rádio.



3. EXEMPLO

Acontece um PEM



3. EXEMPLO

Acontece um PEM

Você se acidenta



3. EXEMPLO

Acontece um PEM

Você se acidenta

Seu celular derrete



3. EXEMPLO

Acontece um PEM

Você se acidenta

Seu celular derrete

Os transportes param



3. EXEMPLO

Acontece um PEM

Você se acidenta

Seu celular derrete

Os transportes param

No hospital, o elevador para



3. EXEMPLO

Acontece um PEM

Você se acidenta

Seu celular derrete

Os transportes param

No hospital, o elevador para

Não conseguem acessar seu plano de saúde



3. EXEMPLO

Acontece um PEM

Você se acidenta

Seu celular derrete

Os transportes param

No hospital, o elevador para

Não conseguem acessar seu plano de saúde

Você só tem cartão de crédito



3. EXEMPLO

Acontece um PEM

Você se acidenta

Seu celular derrete

Os transportes param

No hospital, o elevador para

Não conseguem acessar seu plano de saúde

Você só tem cartão de crédito

As bombas d'água param



2. QUANDO VAMOS COMER?

Administração de **água** e **terras férteis** +
População mundial + clima + política

2008 - Noruega: câmara subterrânea projetada para resistir a terremotos, ataques nucleares e até ao impacto de um asteroide.

14 bancos de sementes e 1700 genéticos no mundo. Áreas de instabilidade política ou com problemas ambientais.

2016: inundação 15 m.



2. QUANDO VAMOS COMER?

+ de 3 bi de pessoas **deixando** uma dieta de **subsistência** para consumir mais carne, ovo, leite e grãos.

Combustível fóssil para 1 kcal proteína animal é 11x maior que para vegetal.





9. NO ESCURO E COM SEDE

1 xícara de café

1 Big Mac

1 kg rosbife





9. NO ESCURO E COM SEDE

1 xícara de café = 140 L de água

1 Big Mac = 2400 L

1 kg rosbife = **22000 L**

Teor de água virtual [m³ água/t produto]:

1 t boi = 3 t porco = 5 t frango



4. UMA NOVA DESORDEM MUNDIAL

União Europeia: toda ação precisa respeitar o Banco Central Europeu (BCE).

Alta complexidade (o mundo) vs baixa (UE).

“Quanto mais rápido melhor” na admissão +
“grande demais para fracassar”.





E SE A ALEMANHA SAIR?

Colapso total: o BCE devolve ouro aos países membros na proporção inicial.

Moedas nacionais anteriores voltam a circular, com o valor da época da introdução do euro. Perda de confiança e corrida pelo ouro.

Colapso parcial: expulsar PIGS. O “novo euro”: moeda do momento.

Retirada unilateral: o euro se desvaloriza.





6. A GRANDE EXPLOSÃO

1966: colisão entre um bombardeiro nuclear americano e um avião-tanque durante reabastecimento na Espanha.

2 bombas explodiram e outra caiu no mar.

US Navy 1950-93: **380** acidentes com armamentos.

51 ogivas nucleares;

7 reatores de submarinos;

19 descomissionados e jogados ao mar.





ABRIGOS NUCLEARES

“Vamos atacar!”: cidadãos protegidos contra **retaliação**.

Quem constrói abrigos aumenta a complexidade.

Limitar o arsenal nuclear de um país: os outros ficam mais tentados a desfechar um ataque surpresa.





7. ESGOTAMENTO

Teoria do Pico do Petróleo de Hubbert

A curva de produção apresenta elevação de cerca de 2% ao ano quando o campo é novo e declínio similar após o pico de produção. Porém, o pico de produção mundial ocorreu em 2000. E mais, a curva de consumo mostra que a demanda global sobe também 2% ao ano. Logo, há defasagem anual de 4%.

Reservas [barris] - (2018): **Venezuela (300 bi).**

Consumo [barris/dia] - IEA (2017): **EUA (20 mi).**

Evento X:

- Diminuição de viagens de longa distância;
- Deflagração de guerras pelos recursos restantes;
- O definhamento da globalização;
- Fim da economia de consumo;



7. ESGOTAMENTO

Analogia:

*O corpo humano possui 70% de água. Se ele perder **10%** ou **15%**, sofrerá um sério **colapso** orgânico.*

*Assim, a “morte por desidratação de petróleo” da infraestrutura mundial ocorrerá **antes** dos 40 anos (fim das reservas).*

A sociedade pode fazer para impedir essa “extinção”?



7. ESGOTAMENTO

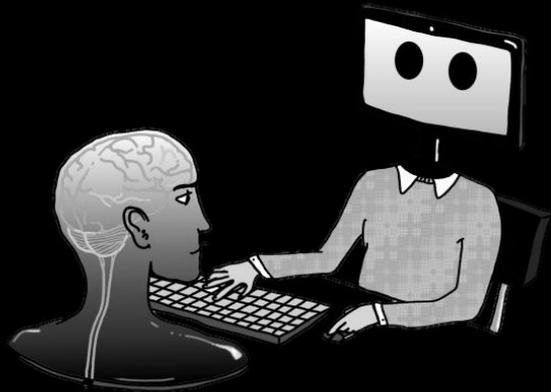
Analogia:

*O corpo humano possui 70% de água. Se ele perder **10%** ou **15%**, sofrerá um sério **colapso** orgânico.*

*Assim, a “morte por desidratação de petróleo” da infraestrutura mundial ocorrerá **antes** dos 40 anos (fim das reservas).*

A sociedade pode fazer para impedir essa “extinção”?

Nada



10. TECNOLOGIA FORA DE CONTROLE

Processamento:

Cérebro: 10^{14} a 10^{15} instruções/s

PC's: 10^9 instruções/s

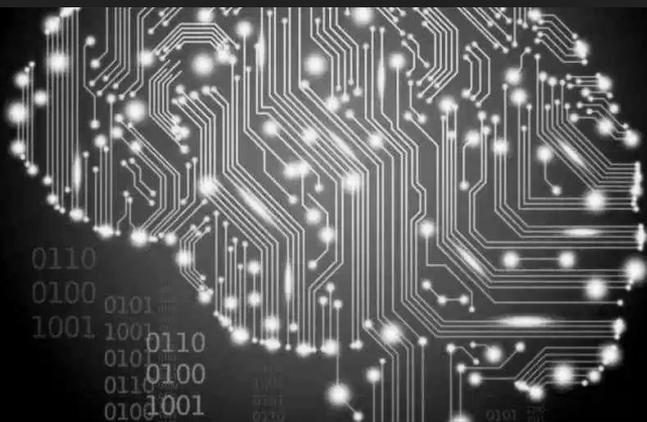
Empate em 2026

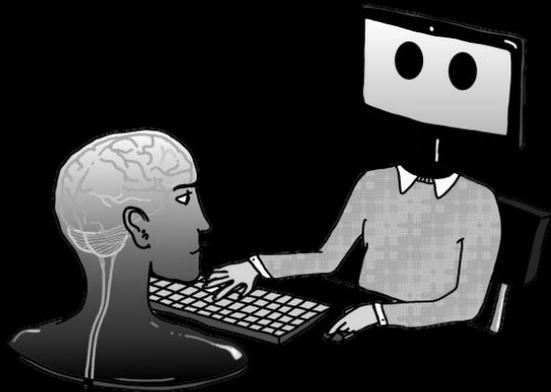
Memória:

Cérebro: de 10^{13} a 10^{18} bits.

PC's até US\$1000: 2021.

Processamento + memória até US\$1000: antes de 2031





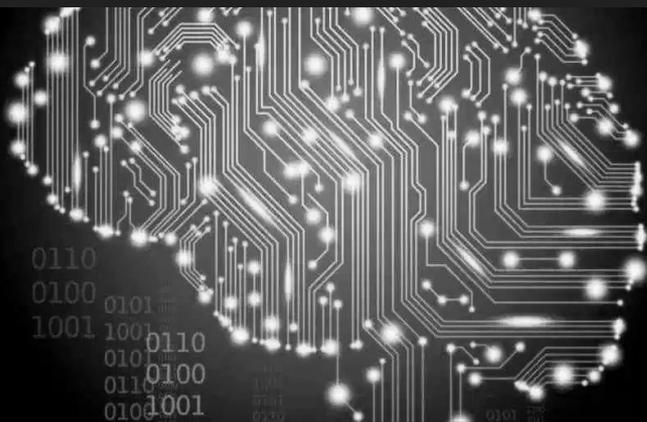
10. TECNOLOGIA FORA DE CONTROLE

Se os automóveis tivessem sido aperfeiçoados com a mesma rapidez que os computadores:

Supersônicos;

Menores que uma caixa de fósforos;

Consumo de uma colher de chá de gasolina.





CAPÍTULOS NÃO ABORDADOS

5. Física Mortífera: destruição da Terra pela criação de partículas exóticas

8. É de doer: uma pandemia global (ex: **ebola**)

11. A grande crise: deflação global e o colapso dos mercados financeiros mundiais (90% do \$ tinha lastro em ouro)



RELAÇÃO COM T&D



Seminários

- Revolução 4.0
- Desenvolvimento tecnológico e marginalização social.
- Indústria 4.0 e Empregabilidade
- Inteligência Artificial;

Complexidade:

- Complexidade das relações industriais;
- Desigualdade social (acúmulo de meios de produção);
- Desemprego;

Evento X:

- Instabilidade do sistema capitalista por perder consumidores.





Seminários

- Papel do engenheiro na política;
- Evasão na engenharia;
- Importância dos projetos de engenharia.
- Engenharia do Futuro

Complexidade:

- Desnível entre os lados técnico e humano dos estudantes de engenharia;
- Descompasso entre as necessidades técnicas da sociedade e as necessidades mundiais;

Evento X:

- Engenheiros massa de manobra e desemprego





Seminários

- Aquecimento global;
- Panorama energético mundial.

Complexidade:

- Atrito entre interesses econômicos e a preservação ambiental;

Evento X:

- Intervenções em países em crise detentores de recursos naturais;
- Retirada de nações dos acordos ambientais;



PARTE 3



EVENTOS X REVISITADOS

Sinais de catástrofe iminente: flutuações crescentes, de alta amplitude e desaceleração crítica.

Mito: os desastres naturais são predeterminados.

A maior parte pode ser prevista e até evitada. É difícil dar atenção a possibilidades, sobretudo raras e de **tempo indefinido**.



SURPRESAS ESPECÍFICAS

Desagradáveis.

Preferível não pensar nelas.

Enganar-se achando que não podem ocorrer.

Danos muito maiores se você enterrar a cabeça na areia e fingir que nada acontecerá.



MENSAGEM DO AUTOR

A sobrecarga de complexidade é responsável por precipitar a ocorrência dos eventos X.

Assume a forma de dois ou mais sistemas em interação, em que a complexidade de um dos sistemas sobrepuja a do(s) outro(s).

Desnível em expansão: “pressão interativa”.

Liberação gradual ou evento extremo.



PROJETOS DE ENGENHARIA

Todo unificado >> coleção de sistemas isolados.

Adicionar e subtrair complexidade no sistema para eliminar desequilíbrios.

Concentrar-se em apenas alguns subsistemas dá a ilusão de progresso, que um evento extremo logo destruirá.



PROJETOS DE ENGENHARIA

Resiliência: combater a sobrecarga de complexidade com uma infraestrutura capaz de enfrentar as dificuldades.

Redundância: manter um sistema funcionando mesmo sob choques desconhecidos e muitas vezes incompreensíveis.

Adaptabilidade: aberto a aprimoramentos.



O ENGENHEIRO

Criar uma vida com muitos graus de liberdade, educando-se para ser o mais autossuficiente possível e não deixar a esperança ser substituída pelo medo e pelo desespero.

A humanidade sobreviveu a eventos extremos bem piores que os listados neste livro e voltará a sobreviver.