

***"Sistemas Complexos & Inteligência Coletiva:
do Cerrado aos vidros de spin"***

**Prof. Dr. Paulo César Camargo
(ieae@ufscar.br)**

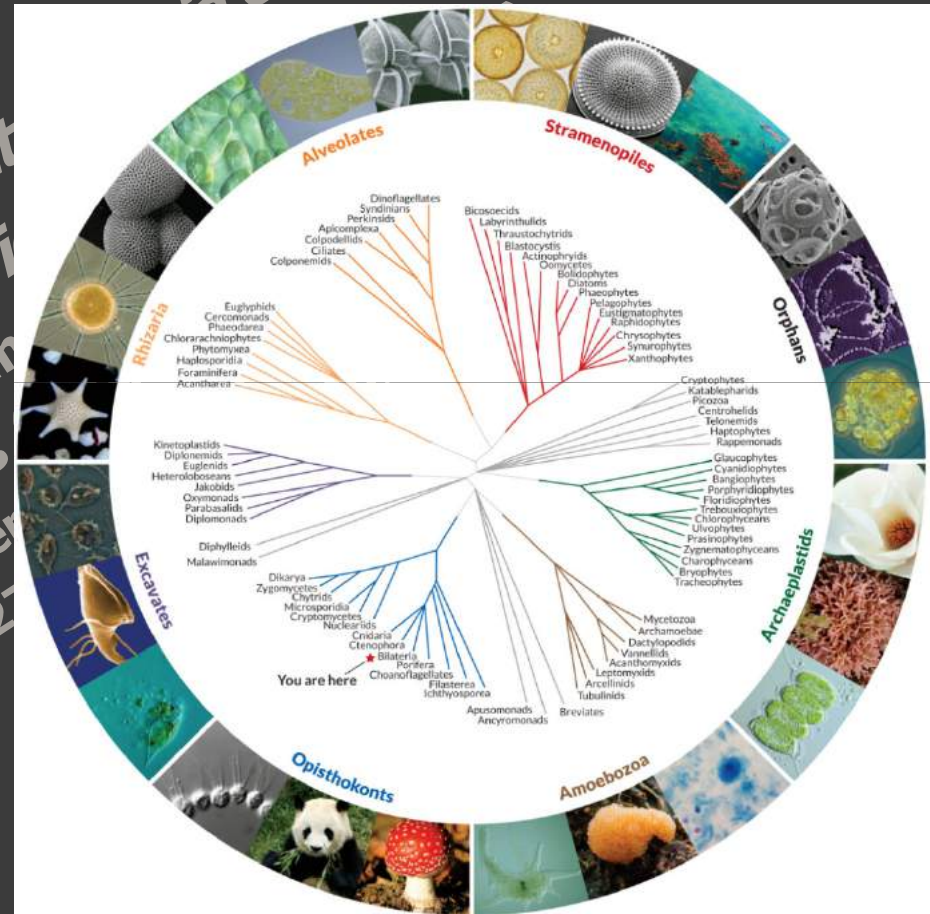
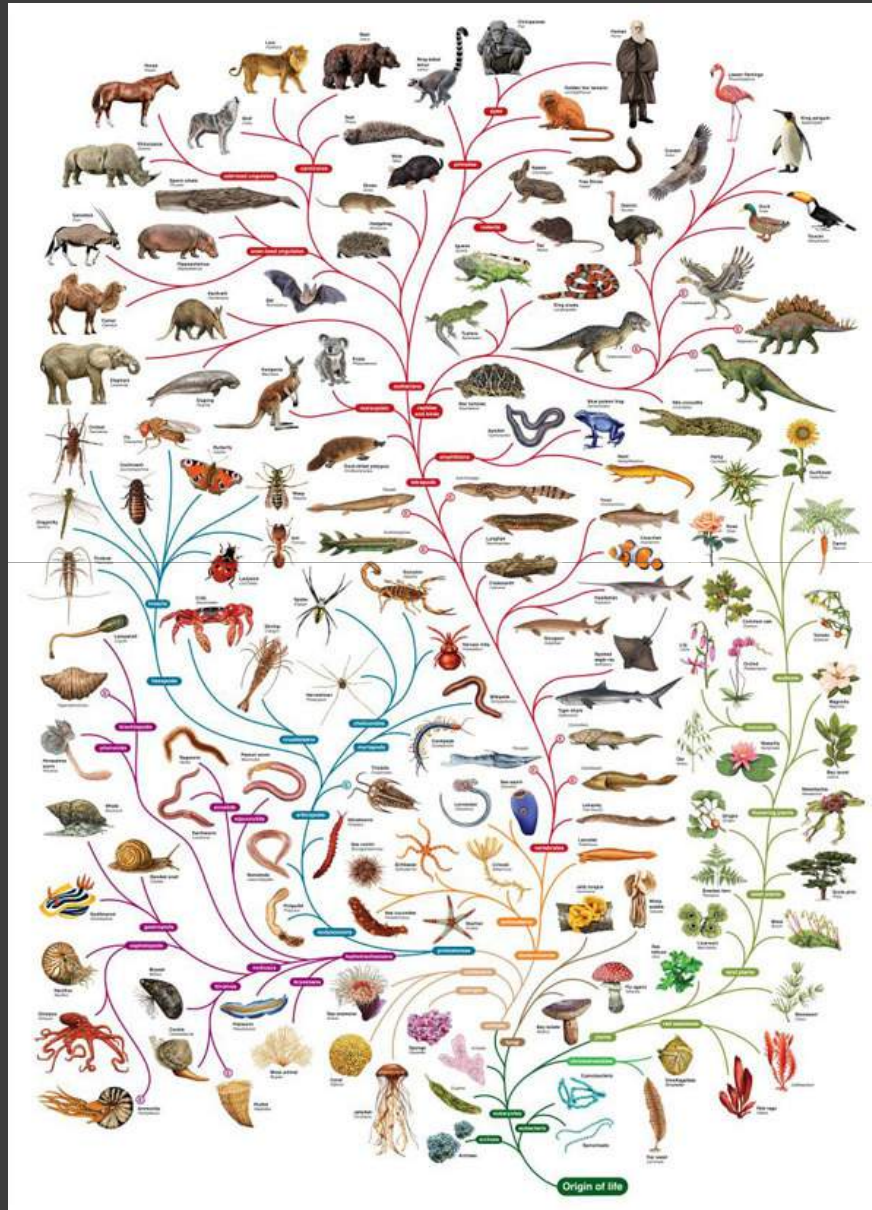
**Prof. Dr. Sérgio Mattos
(sergiomattos@ufscar.br)**

**Colóquio - Departamento de Física
UFSCar, 27 de setembro/2017**

COLÓQUIO: "SISTEMAS COMPLEXOS & INTELIGÊNCIA COLETIVA: DO CERRADO AOS VIDROS DE SPIN" - PROF. SERGIO HV LEME DE MATTOS (DEPTO. HIDROBIOLOGIA) E PROF. PAULO CESAR CAMARGO (DEPTO. FÍSICA)

- Sinopse: "O que é a vida?: Aspectos físicos da célula viva" (1944), foi uma pergunta que o físico Erwin Schrödinger tentou responder. Mais recentemente, o prêmio Nobel de Física (1969), Muray Gell-Mann, publicou o livro "O Quark e o Jaguar: Aventuras do simples ao complexo" (1994). Embora a questão continue em aberto, novas ideias, conceitos e métodos derivados de estudos sobre sistemas complexos têm ajudado a entender a complexidade da vida em seus diferentes níveis de organização. A profundidade e quantidade de conhecimentos disponíveis exigem novos métodos, que agreguem, de forma cooperativa, humanos com diversidade de conhecimento e métodos computacionais. Os conceitos de complexidade de sistemas físicos, biológicos e sociais tem contribuído com esta visão. Neste colóquio, serão discutidas as conexões entre Sistemas Complexos e Inteligência Coletiva a partir de exemplos práticos oriundos da Biologia e da Física, como o Cerrado e os vidros de spin.

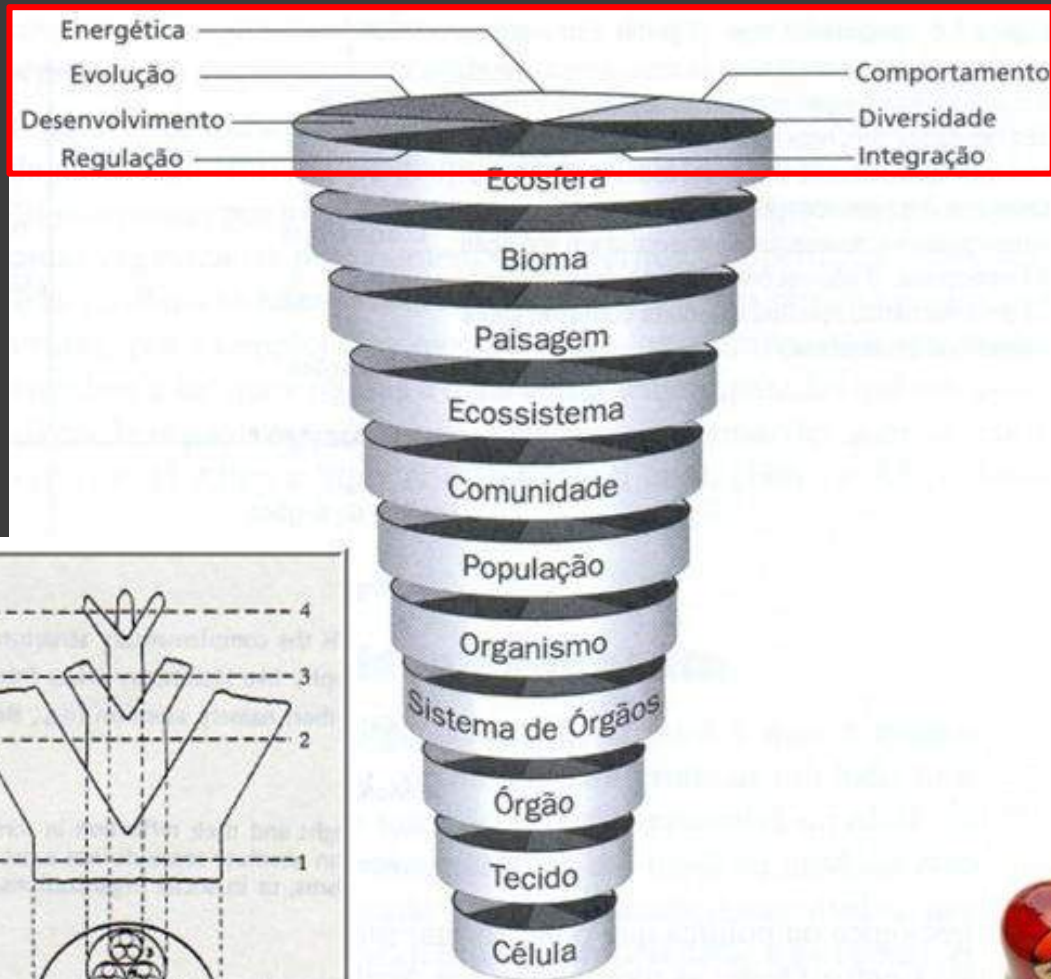
→ O que caracteriza a vida e os seres vivos?



Fonte: <https://netnature.wordpress.com/2016/06/08/a-arvore-da-vida-recebe-uma-reforma/>

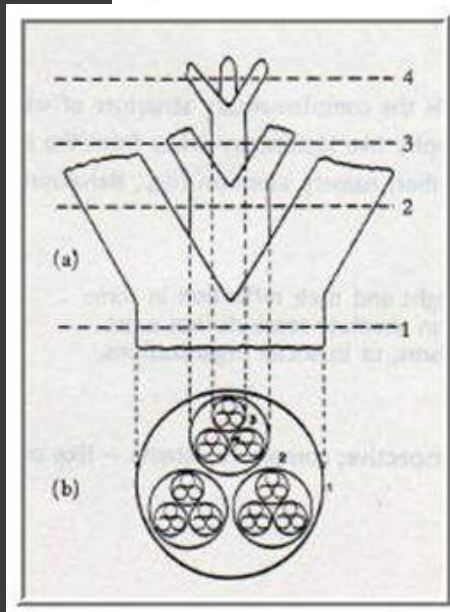
Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/563442603353785817/>

→ O que caracteriza a vida e os seres vivos?



- sistema: todo organizado formado pelas interações de seus elementos constituintes

- cada nível de organização pode ser considerado um sistema formado a partir dos elementos e processos dos níveis de organização inferiores → visão sistêmica: 'sistemas dentro de sistemas'



(ODUM & BARRETT, 2007)



Fonte:
<http://www.netage.com/networks/network/holonarchy.html>

Fonte: http://br.freepik.com/fotos-gratis/bonecas-russas_32540.htm

→ *O que caracteriza a vida e os seres vivos?*

- individualidade → diferenciação do meio e interdependência
- 'nadam contra a corrente' (entropia/'morte térmica') → estruturas dissipativas
- autopoiese/autocriação/auto-organização → fontes de originalidade/genuinidade/criatividade/novidade
- redes de interações, propriedades emergentes e organização holárquica → relações intra e entre diferentes escalas/níveis de organização
- evolução → Variabilidade/adaptação/seleção
- seres vivos são sistemas adaptativos complexos

→ *O que caracteriza a vida e os seres vivos?*

→ Algumas características dos sistemas complexos:

- redes de relações entre seus elementos
- auto-organização
- o todo é diferente da soma das partes → propriedades emergentes

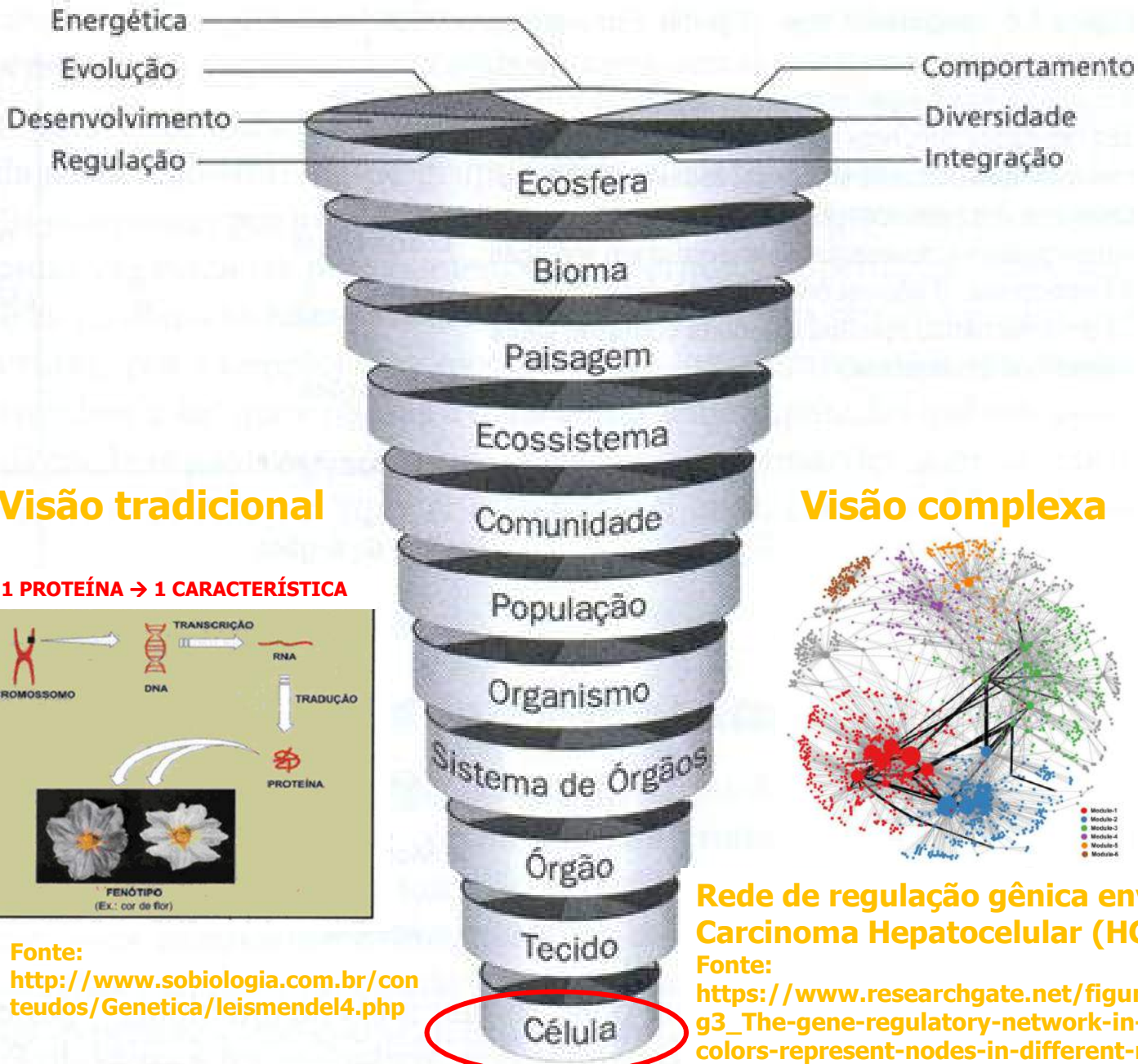
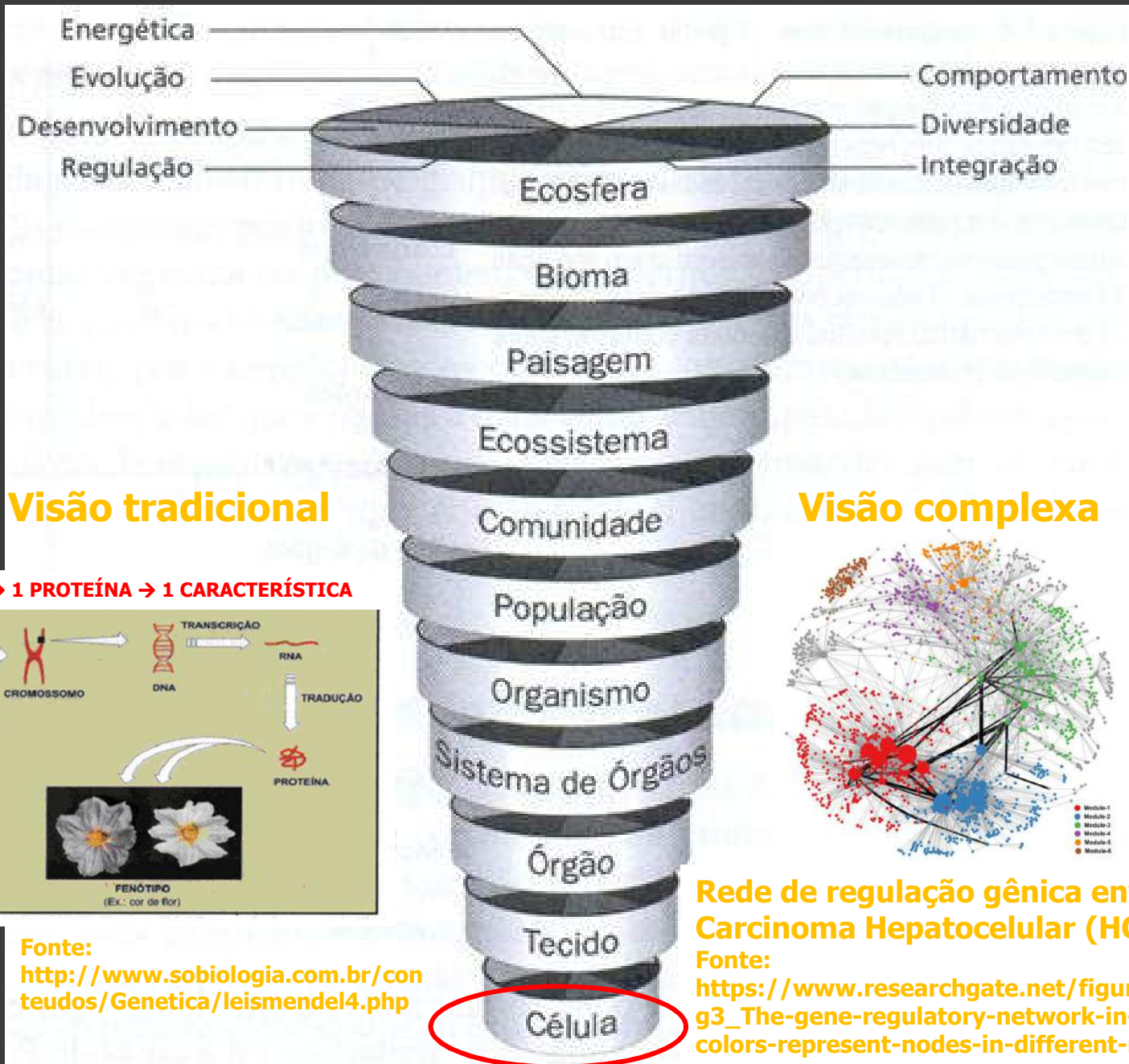
emergentes

- multicausalidade
- não-linearidade
- mecanismos de retro-alimentação ('feed-back')
- organização holárquica

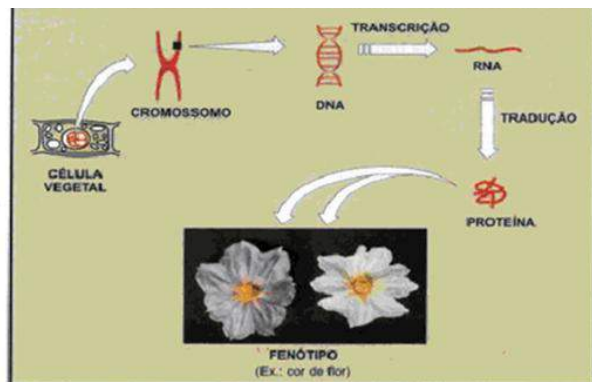
Como estudá-los, então?

Sistemas Complexos & Inteligência Coletiva:
Prof. Dr. Paulo Cesar Camargo (ieae@ufscar.br)
Prof. Dr. Sérgio Mattos (sergiomattos@ufscar.br)
Colóquio - Departamento de Física
UFSCar, 27 de setembro/2017

→ Como estudar sistemas complexos?



1 GENE → 1 PROTEÍNA → 1 CARACTERÍSTICA

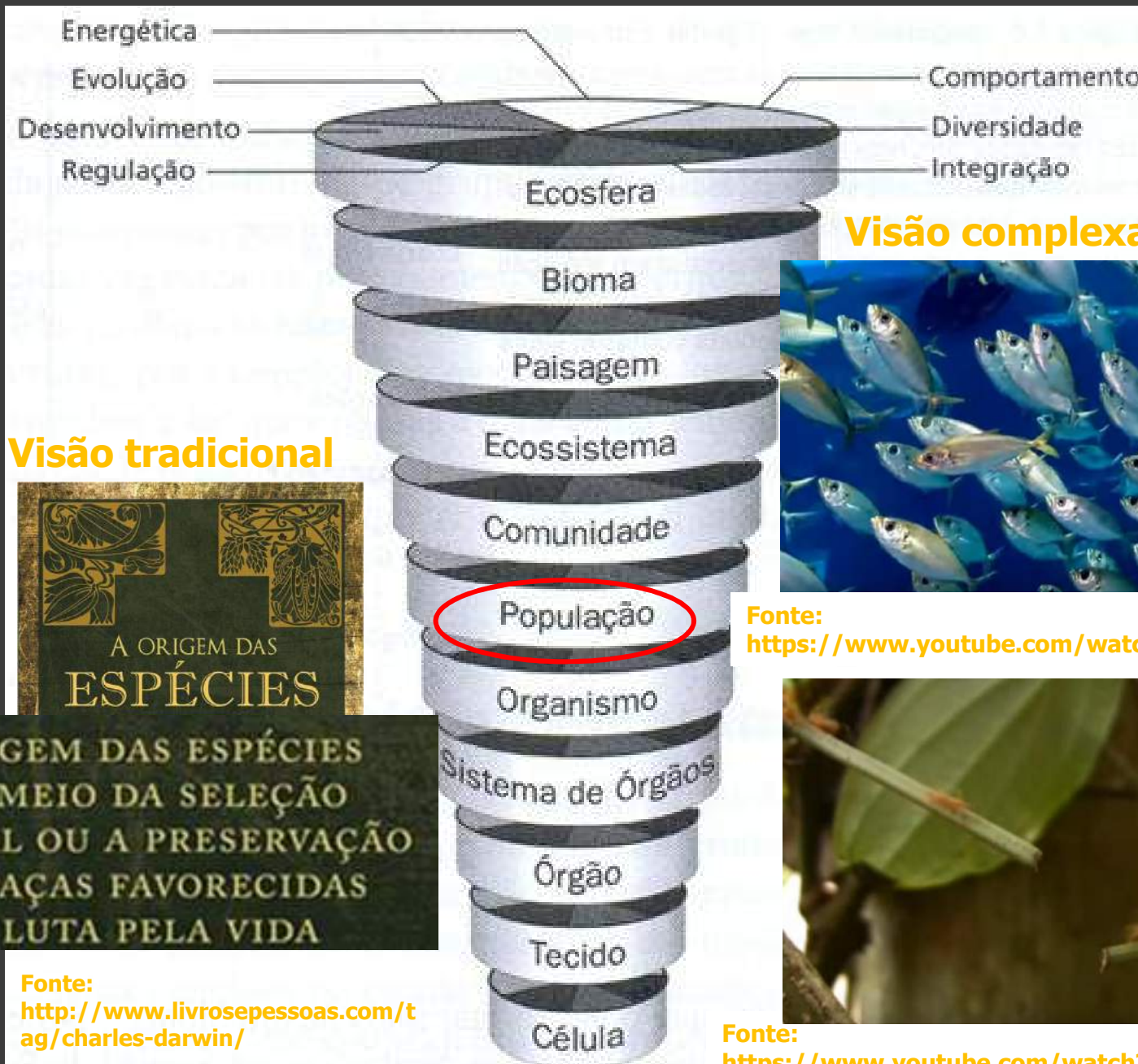


Fonte:
<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Genetica/leismendel4.php>

Rede de regulação gênica envolvida no Carcinoma Hepatocelular (HCC).

Fonte:
https://www.researchgate.net/figure/224877979_fig3_The-gene-regulatory-network-in-HCC-Different-colors-represent-nodes-in-different-network

→ Como estudar sistemas complexos?



Visão tradicional

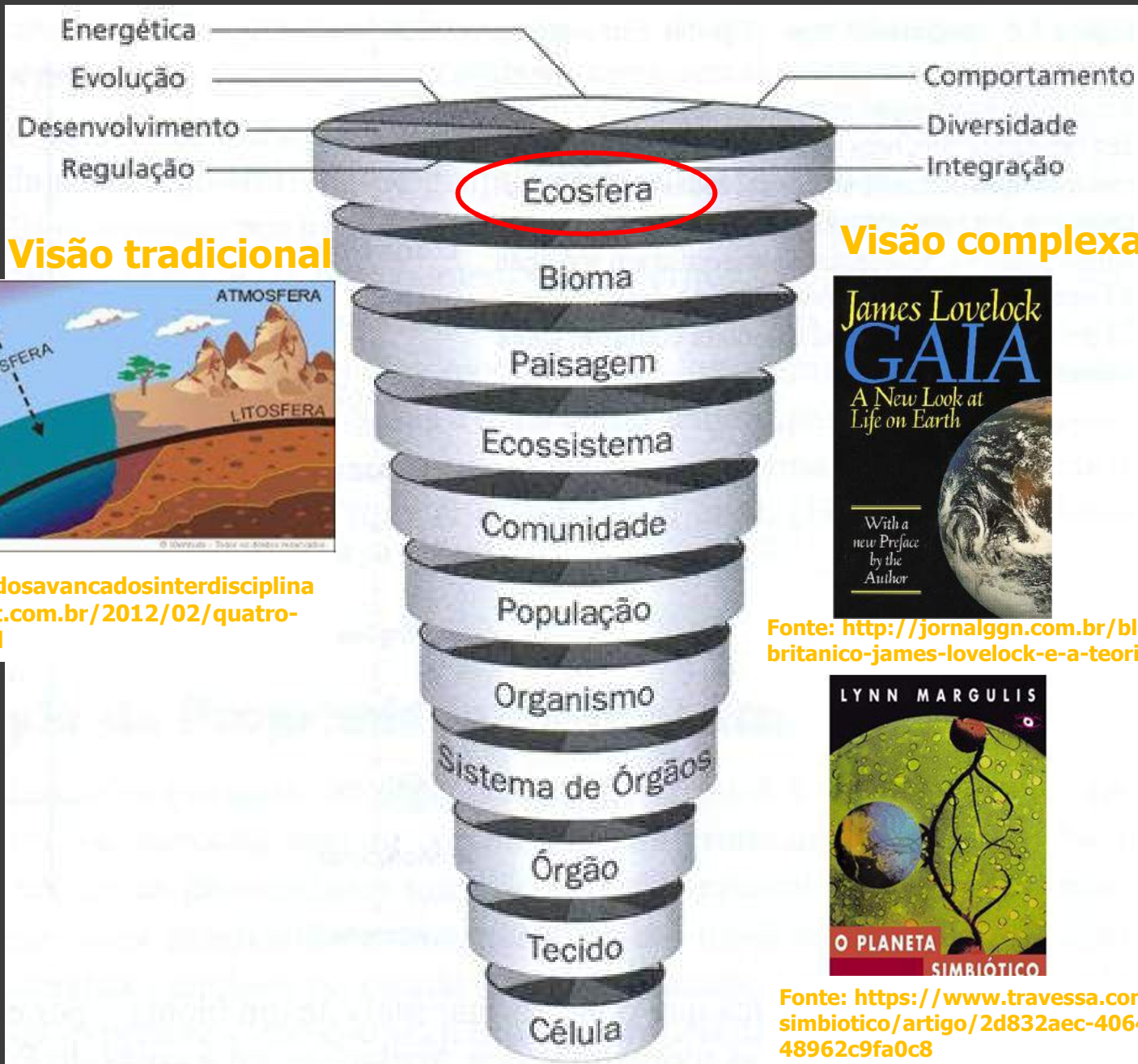


A ORIGEM DAS ESPÉCIES
POR MEIO DA SELEÇÃO
NATURAL OU A PRESERVAÇÃO
DAS RAÇAS FAVORECIDAS
NA LUTA PELA VIDA

Visão complexa



→ Como estudar sistemas complexos?



Fonte:
<http://estudosavancadosinterdisciplinares.blogspot.com.br/2012/02/quatro-esferas.html>

Fonte: <http://jornalggn.com.br/blog/luisnassif/o-britanico-james-lovelock-e-a-teoria-de-gaia>

Fonte: <https://www.travessa.com.br/o-planeta-simbiotico/artigo/2d832aec-4064-4f10-95d6-48962c9fa0c8>

→ Como estudar sistemas complexos?

- Desmontar e Remontar (“Dividir/separar para entender?”) → paradigma reducionista/mecanicista/determinista se mostrou insuficiente

→ Paradigma da Complexidade:

- origem: confluência de ideias e teorias de várias áreas de conhecimento → todas lidando com sistemas de comportamento complexo, não-lineares e afastados do equilíbrio termodinâmico

- para tentar explicar e prever o comportamento dos seus sistemas de interesse → incorporação de conceitos e metodologias de outras áreas á

- êxito alcançado → permitiu o estabelecimento de princípios básicos sobre a organização e o funcionamento dos sistemas complexos, sejam eles sistemas físicos, biológicos ou sociais

→ **Como estudar sistemas complexos?**

→ **Paradigma da Complexidade:**

teorias e modelos ligados ao paradigma da complexidade que contribuíram de maneira mais significativa no desenvolvimento dos estudos de sistemas complexos:

- **Teoria dos sistemas gerais**
- **Cibernética**
- **Teoria das estruturas dissipativas**
- **Teoria da hierarquia**
- **Teoria da percolação**
- **Criticalidade auto-organizada**
- **Teoria do caos**
- **Teoria da catástrofe**
- **Geometria fractal**

→ *Como estudar sistemas complexos?*

→ Análise e Síntese: Procedimentos complementares para se estudar os sistemas

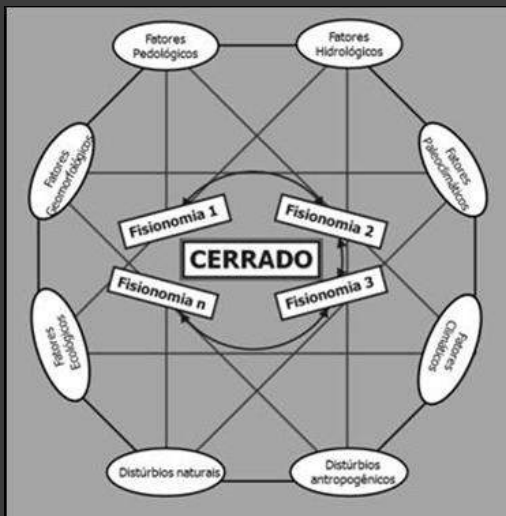
- Análise: estuda-se isoladamente as partes constituintes do sistema. Permite conhecer características dos elementos que formam o sistema → *decomposição*

- Síntese (Avaliação): compreensão do sistema como um todo integrado. Permite conhecer propriedades que só são reveladas quando os elementos se inter-relacionam e formam um todo → *integração*

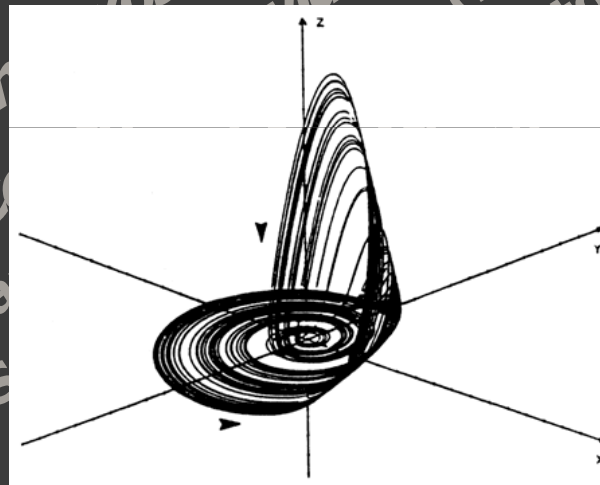
→ **Como estudar sistemas complexos?**

- **entender conceitos fundamentais: organização, estabilidade, perturbação, transição, ...**
- **modelar comportamento: várias abordagens**

Modelos Esquemáticos



Modelos Matemáticos



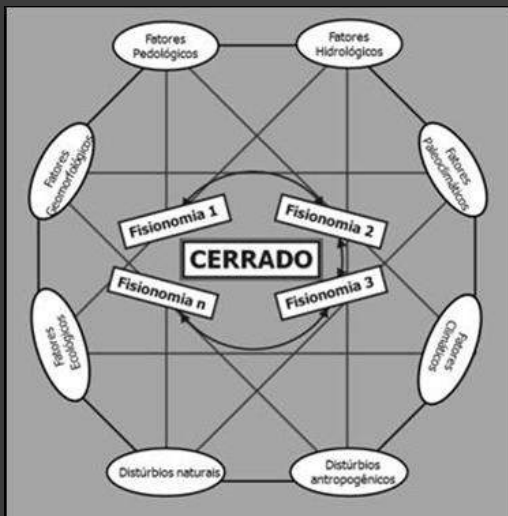
Simulações Computacionais



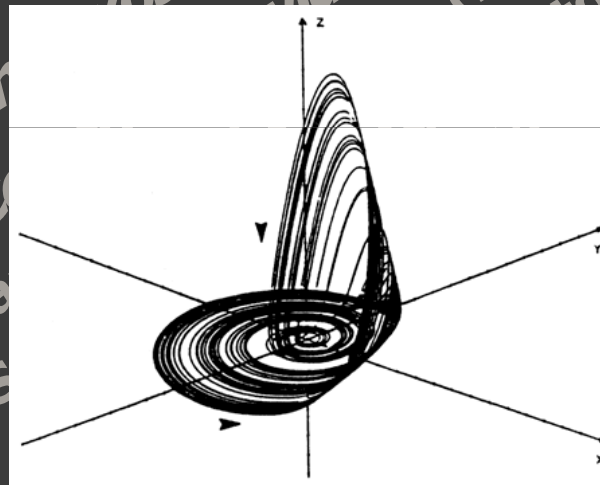
→ **Como estudar sistemas complexos?**

- **entender conceitos fundamentais:** organização, estabilidade, perturbação, transição, ...
- **modelar comportamento:** várias abordagens

Modelos Esquemáticos



Modelos Matemáticos



Simulações Computacionais



→ **O Cerrado como um sistema complexo**

Cerrado:

- **área de ocorrência natural de aproximadamente 2 milhões de km²**
- **equivalente a cerca de 25% do território brasileiro**



Figura : Distribuição do Cerrado no Brasil (em cinza)
(modificado de RIBEIRO & WALTER, 2008).

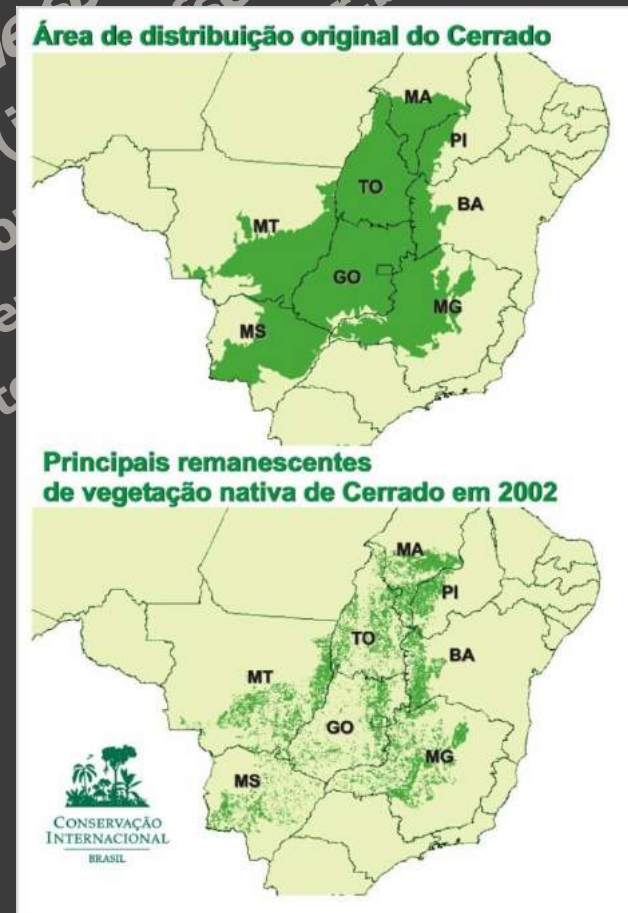
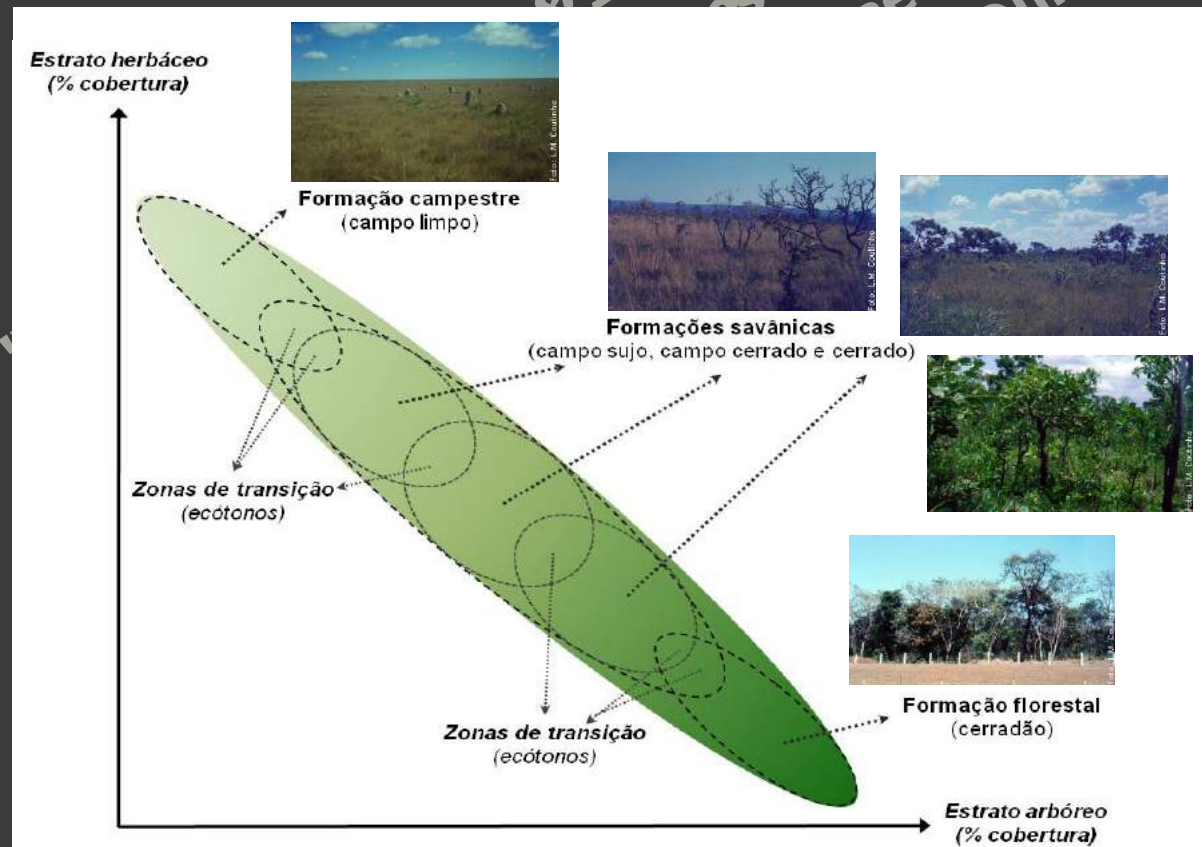


Figura : <http://www.ispn.org.br/arquivos/mapa-desmatamento-cerrado.jpg>

→ O Cerrado como um sistema complexo

Cerrado:

- mosaico de fitofisionomias
- diferenciadas pelos seus padrões espaciais → gradiente desde formação campestre (aberta) até florestal

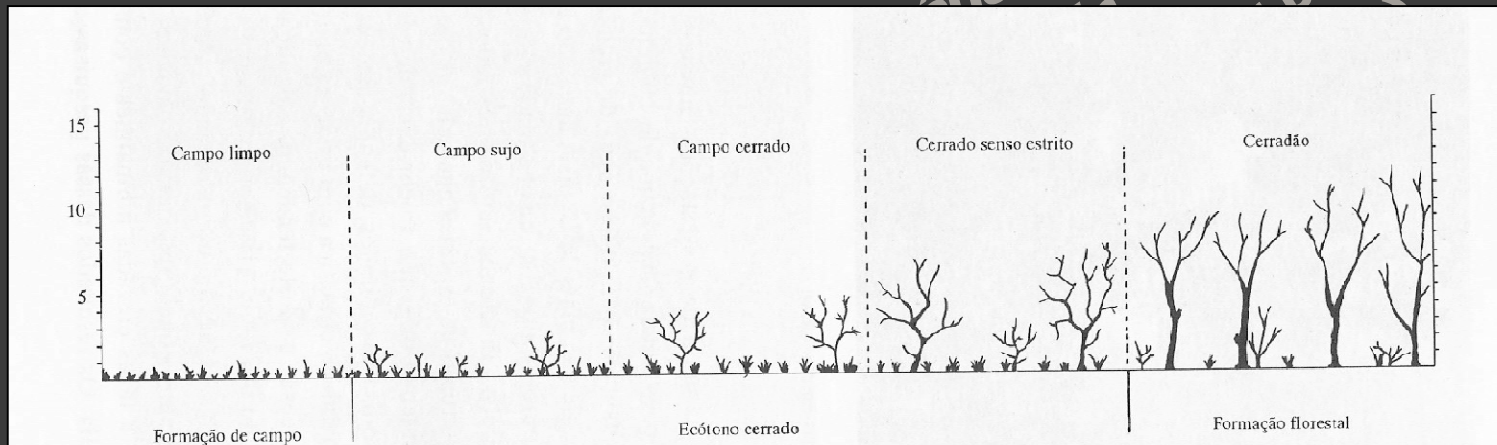


Distribuição das fitofisionomias de Cerrado e zonas de transição de acordo com gradientes de cobertura vegetal. (Fotos: L.M.Coutinho)

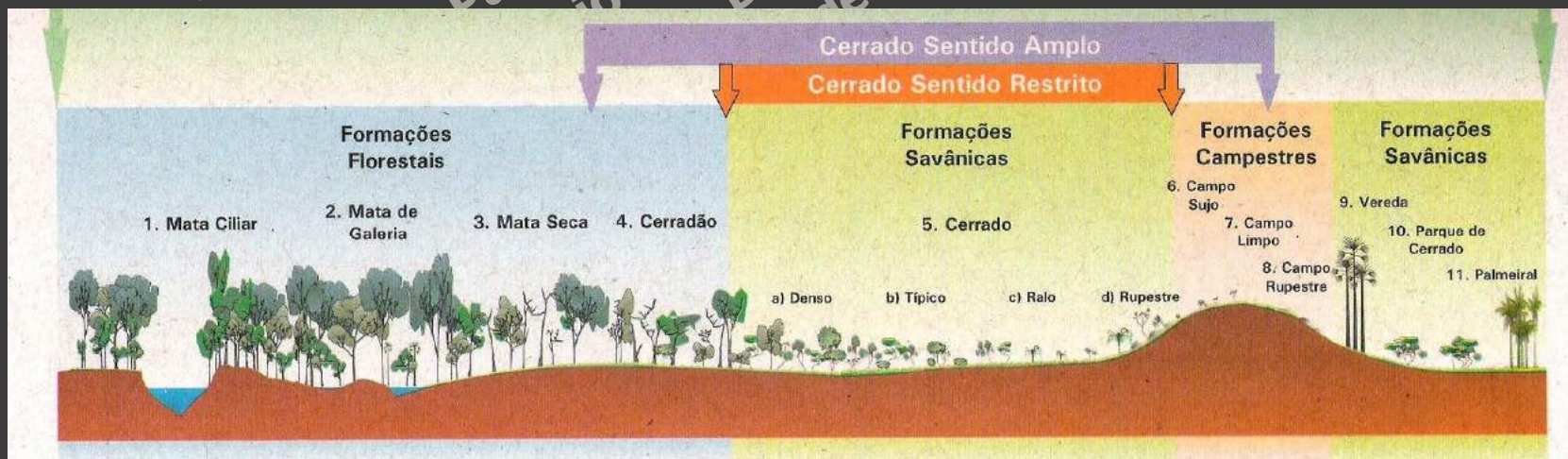
→ O Cerrado como um sistema complexo

Cerrado:

- distinção das fisionomias em campo: porte, espaçamento e densidade de cobertura do estrato superior (arboreo) são alguns dos indicadores



Esquema elaborado por Coutinho (1982) para representar as diferentes fisionomias do Cerrado (Extraído de: Conti & Furlan, 2003).



Esquema elaborado por Walter & Ribeiro (2008) para representar as diferentes fisionomias do Cerrado.

→ O Cerrado como um sistema complexo

Cerrado:

- Qual(is) fator(es) e/ou processo(s) são responsáveis pela dinâmica e organização espacial do Cerrado, em suas diferentes fisionomias?

- alumínio no solo?

- fogo?

- oscilações climáticas?

- nível do lençol freático?

- sucessão ecológica?

...

→ Visão tradicional sobre o Cerrado:

- busca por um fator único que explique a sucessão climática

→ perspectiva determinista/reducionista sobre o Cerrado que, assim como outros sistemas ecológicos/ambientais, é um sistema complexo

→ O Cerrado como um sistema complexo

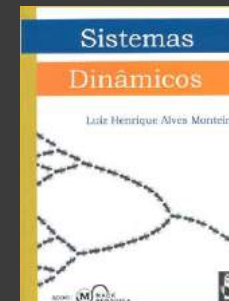
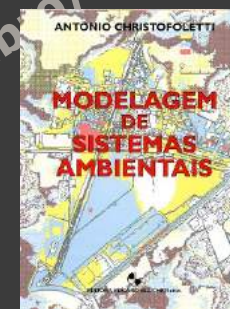
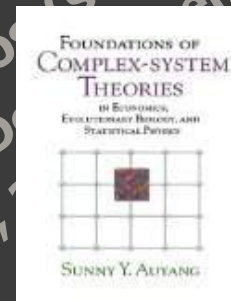
Cerrado: uma nova perspectiva

- Qual(is) fator(es) e/ou processo(s) são responsáveis pela dinâmica e organização espacial do Cerrado, em suas diferentes fisionomias?

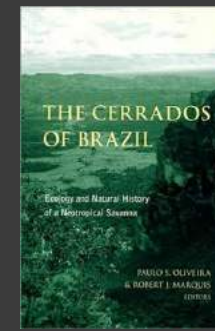
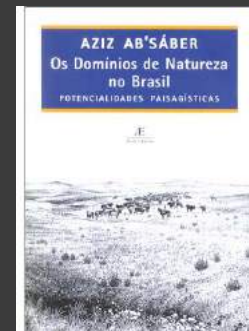
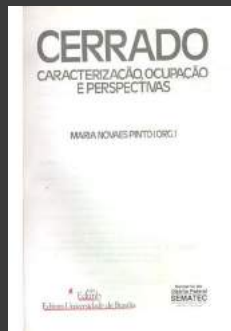
M436c Mattos, Sérgio Henrique Vannucchi Leme de.
Complexidade dos padrões espaciais e espectrais de fitofisionomias de Cerrado no estado de São Paulo / Sergio Henrique Vannucchi Leme de Mattos-- Campinas,SP.: [s.n.], 2010.

→ Pesquisas bibliográficas específicas sobre cada um dos focos:

- Complexidades



- Cerrado:



→ ***O Cerrado como um sistema complexo***

Cerrado: uma nova perspectiva

- Qual(is) fator(es) e/ou processo(s) são responsáveis pela dinâmica e organização espacial do Cerrado, em suas diferentes fisionomias?

M436c Mattos, Sérgio Henrique Vannucchi Leme de.
Complexidade dos padrões espaciais e espectrais de fitofisionomias de Cerrado no estado de São Paulo / Sergio Henrique Vannucchi Leme de Mattos-- Campinas, SP.: [s.n.], 2010.

→ ***Coleta de dados em campo:***

- **vegetação**

- **solo**



→ O Cerrado como um sistema complexo

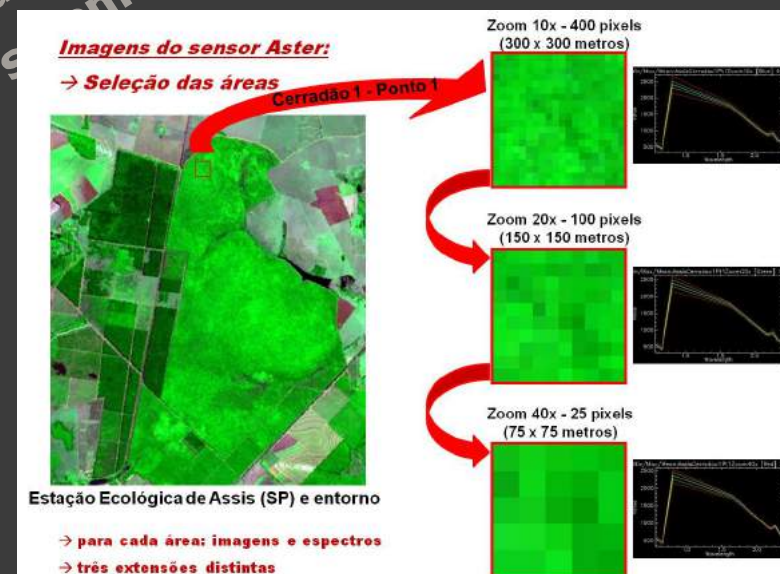
Cerrado: uma nova perspectiva

- Qual(is) fator(es) e/ou processo(s) são responsáveis pela dinâmica e organização espacial do Cerrado, em suas diferentes fisionomias?

M436c Mattos, Sérgio Henrique Vannucchi Leme de.
Complexidade dos padrões espaciais e espectrais de fitofisionomias de Cerrado no estado de São Paulo / Sérgio Henrique Vannucchi Leme de Mattos-- Campinas, SP.: [s.n.], 2010.

→ Avaliação da complexidade dos padrões texturais e espectrais:

- medidas baseadas na entropia informacional (H_e/H_{max} e SDL)
- medidas baseadas na dimensão fractal



→ *O Cerrado como um sistema complexo*

Cerrado: uma nova perspectiva

- Qual(is) fator(es) e/ou processo(s) são responsáveis pela dinâmica e organização espacial do Cerrado, em suas diferentes fisionomias?



Anais da Academia Brasileira de Ciências (2016)
(Annals of the Brazilian Academy of Sciences)
Printed version ISSN 0001-3765 / Online version ISSN 1678-2690
<http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201620150747>
www.scielo.br/aabc

Contributions of the complexity paradigm to the understanding of Cerrado's organization and dynamics

SÉRGIO H.V.L. DE MATTOS^{1*}, LUIZ E. VICENTE², ARCHIMEDES PEREZ FILHO³ and JOSÉ R.C. PIQUEIRA⁴

¹Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia
Dourados Itahum, Km 12, 79804-970 Dourados, MS, Brazil

²Embrapa Meio Ambiente, Rod. SP 340, Km 127,5 13820-000 Jaguariúna, SP, Brazil

³Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Rua João
Pandiá Calógeras, 51, Cidade Universitária "Zeferino Vaz" 13083-870 Campinas, SP, Brazil

⁴Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Avenida Prof. Luciano
Gualberto, Travessa 3, 158, 05508-900 São Paulo, SP, Brazil

→ O Cerrado como um sistema complexo

Cerrado: uma nova perspectiva

- Qual(is) fator(es) e/ou processo(s) são responsáveis pela dinâmica e organização espacial do Cerrado, em suas diferentes fisionomias?

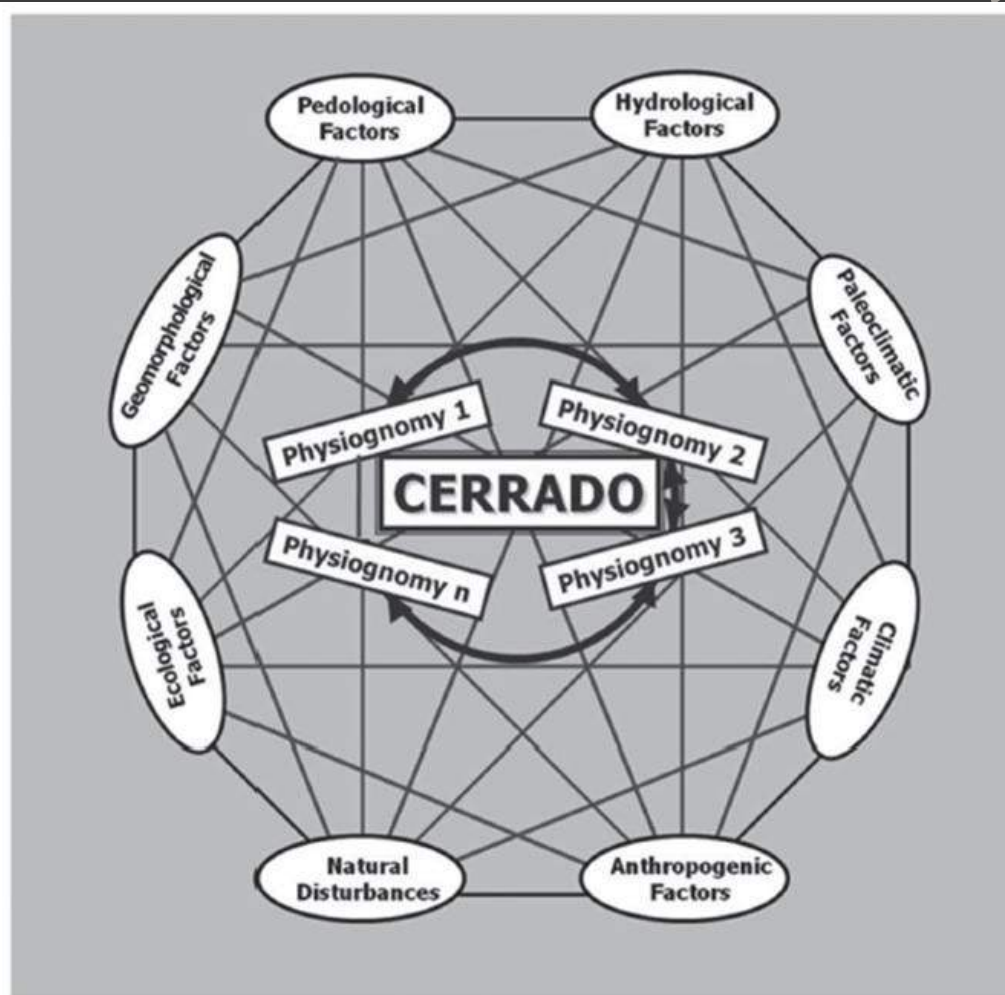


Figure 1 - Schematic representation of the inter-relations among types of factors acting on the configuration of different Cerrado physiognomies.

- multicausalidade
- não-linearidade
- mecanismos de retroalimentação
- dependência das escalas espacial e temporal X invariância escalar/
criticalidade auto-organizada



→ O Cerrado como um sistema complexo

Cerrado: uma nova perspectiva

- Qual(is) fator(es) e/ou processo(s) são responsáveis pela dinâmica e organização espacial do Cerrado, em suas diferentes fisionomias?

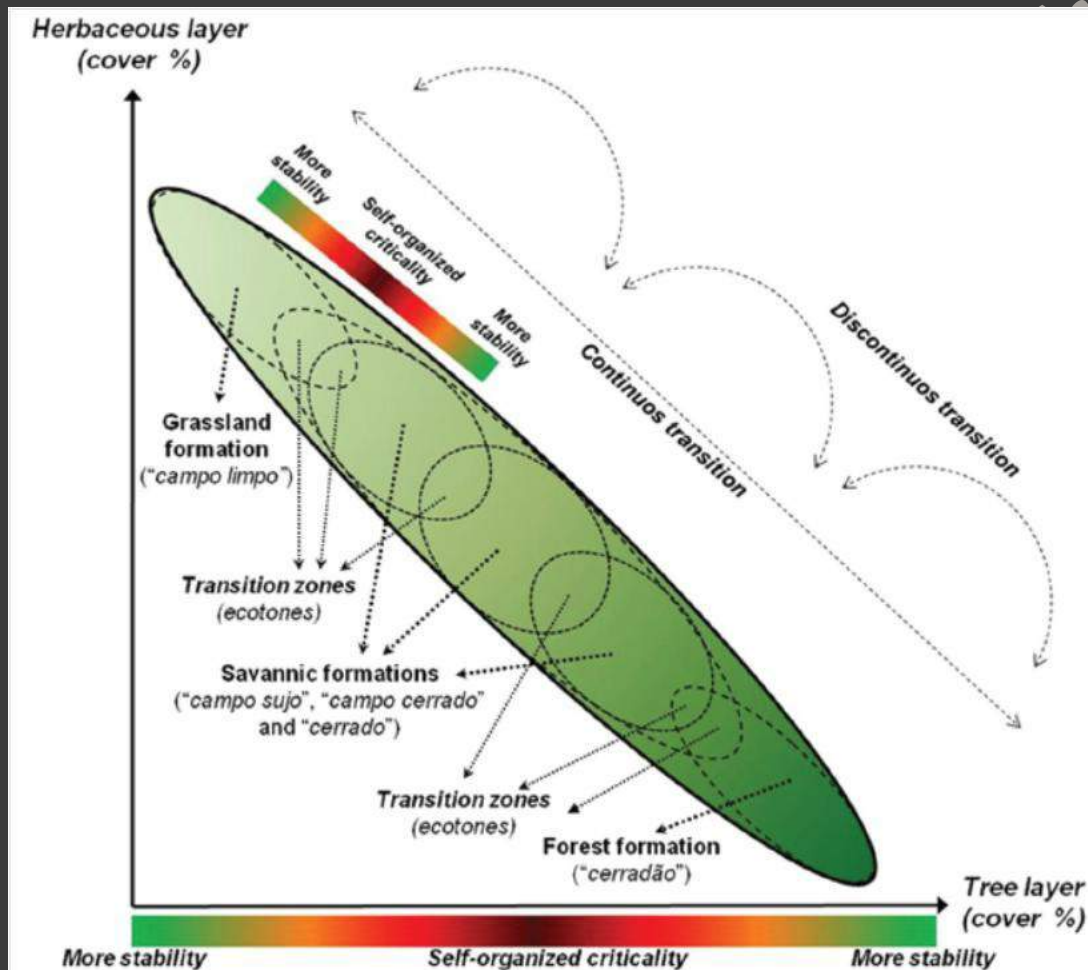


Figure 2 - Schematic representation of organization and dynamics of Cerrado.

- fisionomias representam estados do sistema → algumas apresentam estabilidade local (atratores), enquanto outras representam estados de transição → sistema com multiestabilidade (em termos do comportamento dos pontos de equilíbrio e, conseqüentemente, das soluções frente às perturbações nas condições iniciais)



→ O Cerrado como um sistema complexo

Cerrado: uma nova perspectiva

- Qual(is) fator(es) e/ou processo(s) são responsáveis pela dinâmica e organização espacial do Cerrado, em suas diferentes fisionomias?

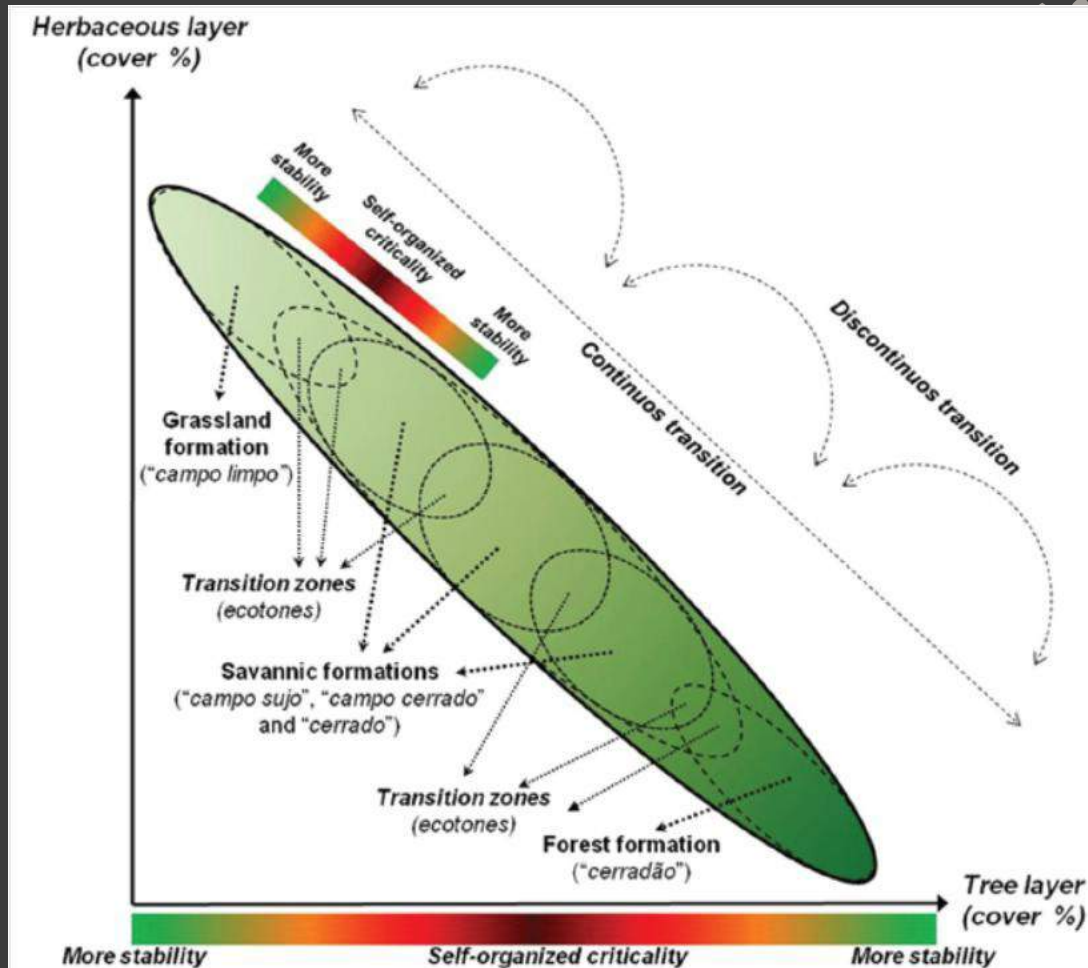


Figure 2 - Schematic representation of organization and dynamics of Cerrado.

- algumas fisionomias podem apresentar criticidade auto-organizada → invariância escalar/processos multiescalares e sensibilidade a distúrbios de qualquer magnitude

- perda da estabilidade estrutural do sistema (relacionada a perturbações nos valores de seus parâmetros) devido a atividades antrópicas → p.ex.: arenização e controle do fogo



→ O Cerrado como um sistema complexo

Cerrado: uma nova perspectiva

- Qual(is) fator(es) e/ou processo(s) são responsáveis pela dinâmica e organização espacial do Cerrado, em suas diferentes fisionomias?

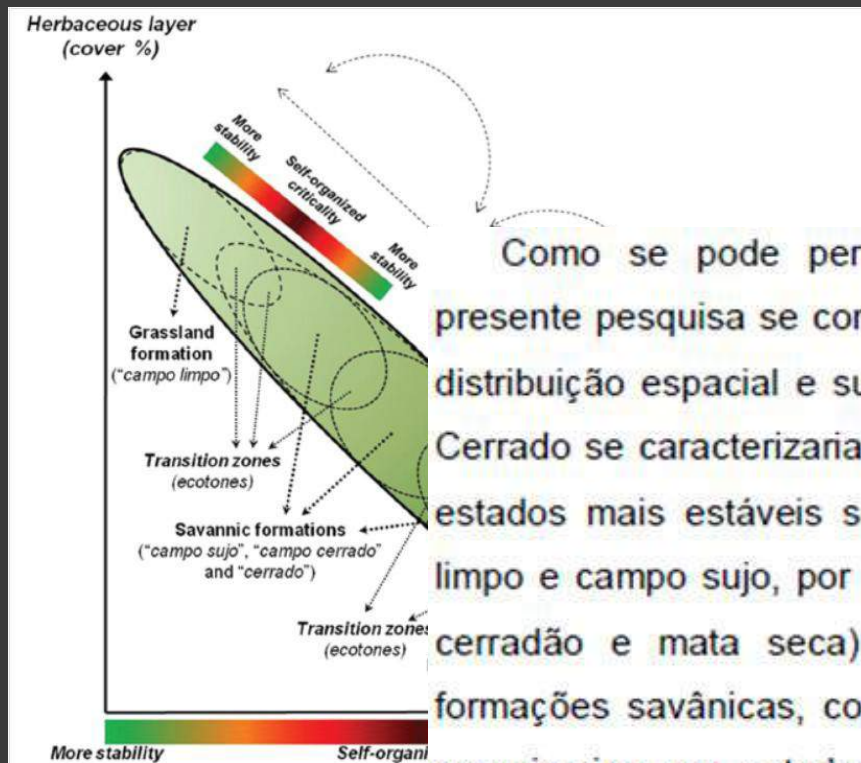
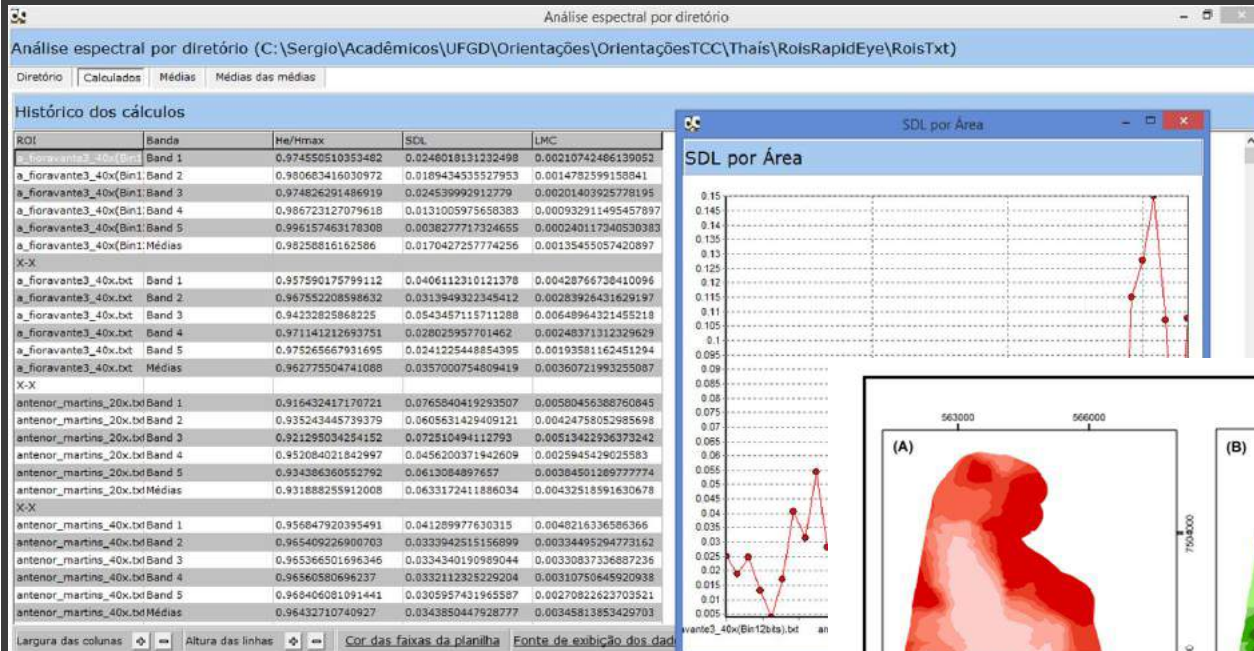


Figure 2 - Schematic representation of organ

Como se pode perceber, essas características do Cerrado reveladas pela presente pesquisa se contrapõem àquelas tradicionalmente aceitas para explicar sua distribuição espacial e sucessão ecológica. Ao invés de uma sucessão climática, o Cerrado se caracterizaria como um sistema complexo afastado do equilíbrio, em que estados mais estáveis seriam representados por fisionomias mais abertas (campo limpo e campo sujo, por exemplo) e mais fechadas (formações florestais, tais como: cerradão e mata seca), enquanto fisionomias intermediárias (incluindo diversas formações savânicas, como: cerrado denso, cerrado ss e campo cerrado) se auto-organizariam em estados críticos, afastados do equilíbrio e sujeitos a eventos de qualquer magnitude que podem levá-los a outro estado. E, por ser um sistema complexo, a configuração de cada estado seria condicionada por vários fatores inter-relacionados, alguns inclusive com atuação em diferentes escalas e responsáveis pela formação de padrões auto-similares que caracterizam as fisionomias do Cerrado.

→ **Desdobramentos...**

- CompPlexus



Metiva:

ufscar.br

Mapas de Complexidade:

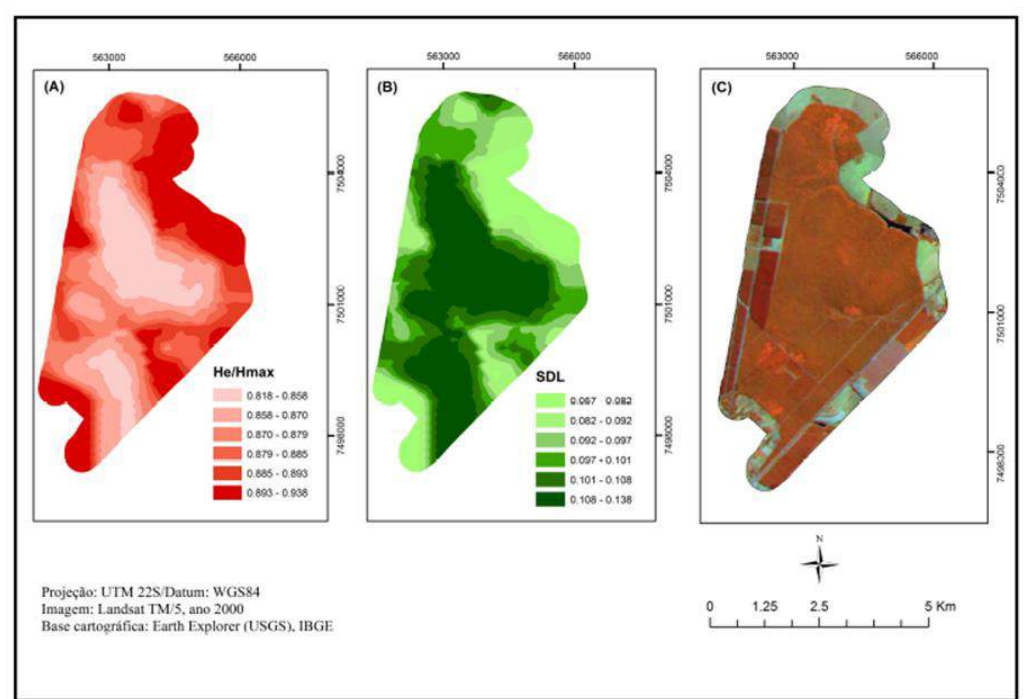


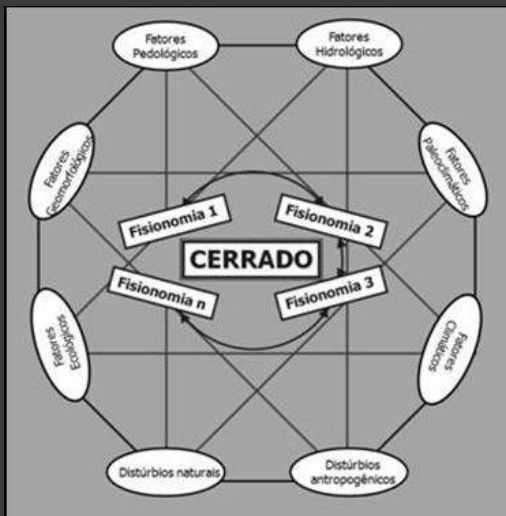
Figura 3: Mapas de linhas das complexidades He/Hmax (A), SDL (B) e a imagem original (C) em composição R(4) G(5) B(3).

Prof. Dr. Paulo Sérgio Colôquio UF

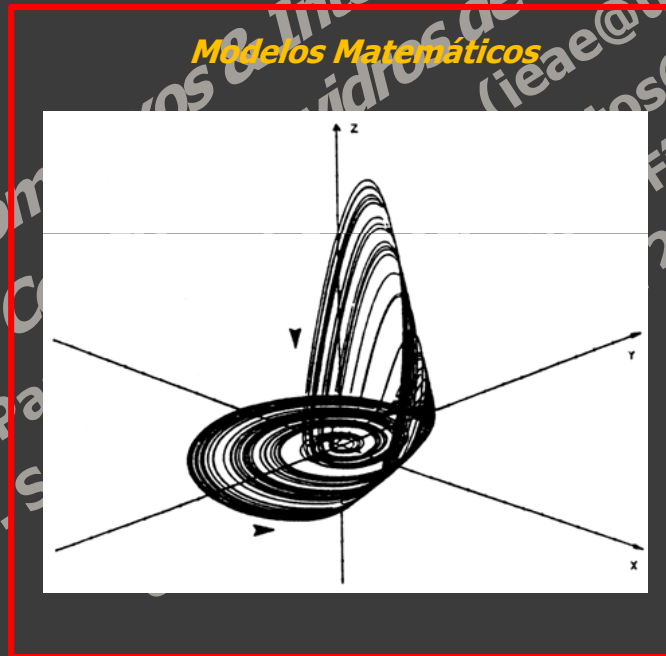
→ **Como estudar sistemas complexos?**

- **entender conceitos fundamentais:** organização, estabilidade, perturbação, transição, ...
- **modelar comportamento:** várias abordagens

Modelos Esquemáticos



Modelos Matemáticos



Simulações Computacionais





MODELAGEM DA DINÂMICA DE TRANSIÇÃO ENTRE FISIONOMIAS DO CERRADO

SÉRGIO HENRIQUE VANNUCCHI LEME DE MATTOS
(Professor Adjunto – FCH-UEGD. sergiomattos@ufgd.edu.br)

ARCHIMEDES PEREZ FILHO
(Professor Titular – IGe-Unicamp. archi@ige.unicamp.br)

JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
(Professor Titular – Poli-USP. piqueira@lac.usp.br)

RODRIGO CARARETO
(Pesquisador – Poli-USP. rodrigo.carareto@poli.usp.br)

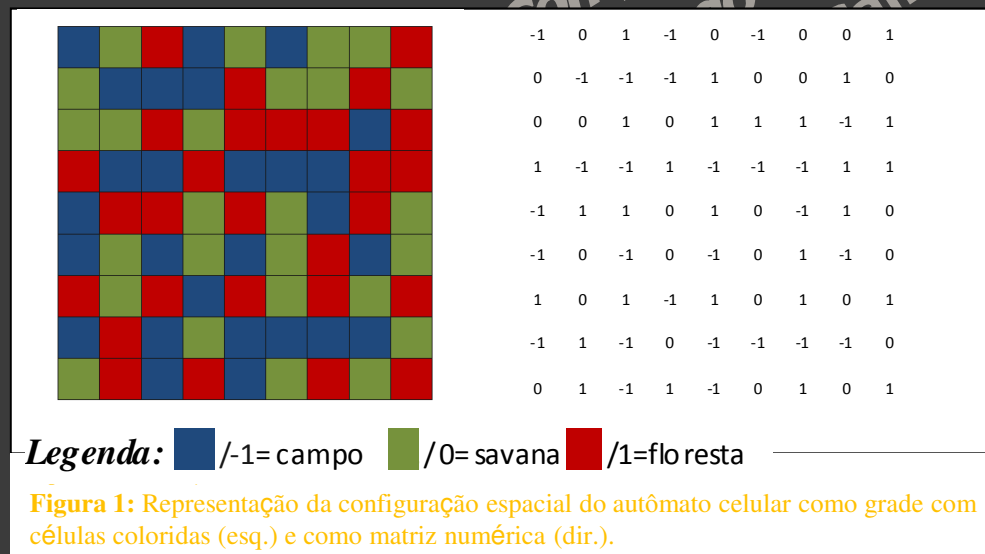
DAVID GEOFFREY GREEN
(Full Professor – Faculty of Information Technology – Monash University. david.green@monash.edu)

(Processo Fapesp nº2012/04228-3 - Bolsa BEPE-Pós-Doutorado)

OUTUBRO/2013

→ INTRODUÇÃO:

- autômato celular: grade → representa a paisagem como um mosaico com várias células → estado da célula muda em função do estado de seus vizinhos e/ou de fatores ambientais



Estado da célula-alvo no tempo t	Regras de transição de estados (tempo t para $t+1$)	Estados das oito células vizinhas no tempo t	Estado da célula-alvo no tempo $t+1$
"campo"	<ul style="list-style-type: none"> - se 6 ou mais células vizinhas da célula-alvo no tempo t forem "savana", célula-alvo mudará para o estado "savana" no tempo $t+1$; - caso contrário, permanecerá como "campo" 	6 ou mais vizinhos são "savana"	"savana"
"savana"	<ul style="list-style-type: none"> - se 4 ou mais células vizinhas da célula-alvo no tempo t forem "campo" ou "floresta", célula-alvo mudará para o estado "campo" ou "floresta" no tempo $t+1$; - caso contrário, permanecerá como "savana" 	4 ou mais vizinhos são "campo"	"campo"
		4 ou mais vizinhos são "floresta"	"floresta"
		menos de 4 vizinhos são "campo" e menos de 4 vizinhos são "floresta"	"savana"
		4 vizinhos são "campo" e os outros 4 são "floresta"	50% de probabilidade de ser "campo" 50% de probabilidade de ser "floresta"

→ OBJETIVOS:

- Objetivo Geral:

modelar a dinâmica e avaliar a complexidade relativa à transição entre fitofisionomias do Cerrado

- Objetivos Específicos:

- 1) simular a dinâmica de transição entre fisionomias do Cerrado por meio de autômato celular;**
- 2) avaliar a complexidade dos padrões espaciais gerados pelo autômato celular; e**
- 3) avaliar a dinâmica do sistema em relação a estabilidade/instabilidade dos estados.**

→ METODOLOGIA:

- Geração do Modelo:

- uso de dois programas: Matlab® (versão R2009a) e Eclipse Java EE® (Juno)

→ diversas versões do modelo:

- incorporação de novas regras e/ou variáveis

- ajustes para melhorar a velocidade de processamento e/ou a interatividade do usuário com o modelo

*"Sistemas Complexos & Inteligência Coletiva:
do Cerrado aos vidros de spin"
Prof. Dr. Paulo César Amaral (iea@ufscar.br)
Prof. Dr. Sérgio Mattos (sergiomattos@ufscar.br)
Cópico Departamento de Física
UFSCar, 27 de setembro/2017*

→ **METODOLOGIA:**

- Avaliação e classificação da dinâmica do modelo:
- análises das medidas de complexidade dos padrões e do comportamento do modelo → identificação de transições de fase do sistema (p.ex.: de estado desordenado para auto-organizado) e pontos críticos a elas associados
- resultados gerados pelo modelo → confrontados com a hipótese feita por Mattos (2010) → certas fisionomias do Cerrado se organizam próximas a estados críticos que podem levar à transição de estado

→ RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Modelo determinístico sem simulação de distúrbio:

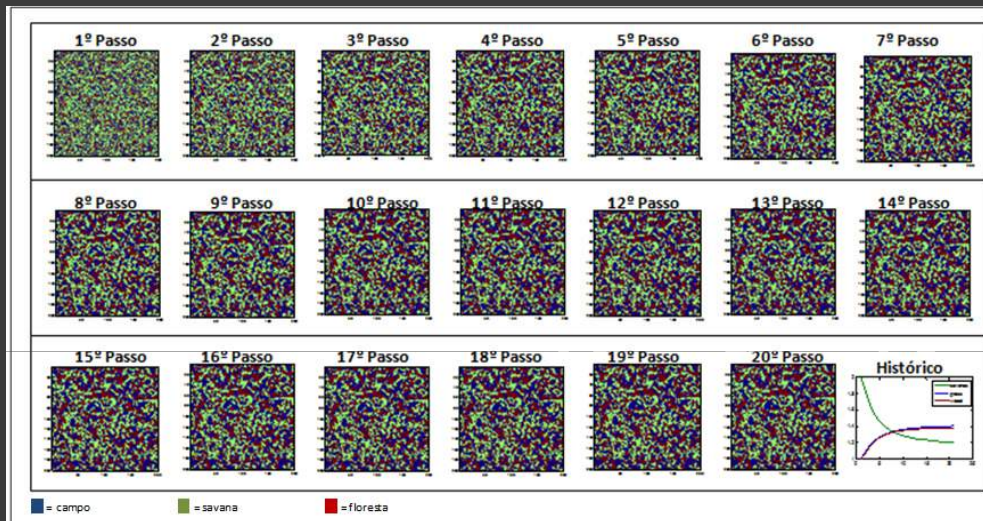
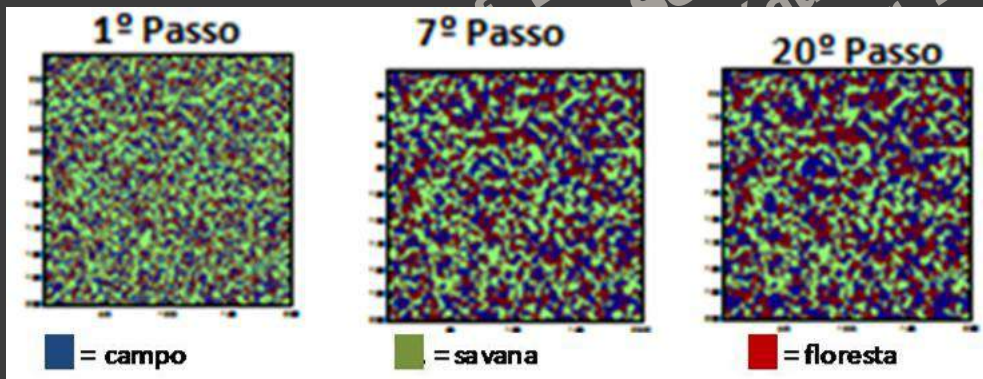
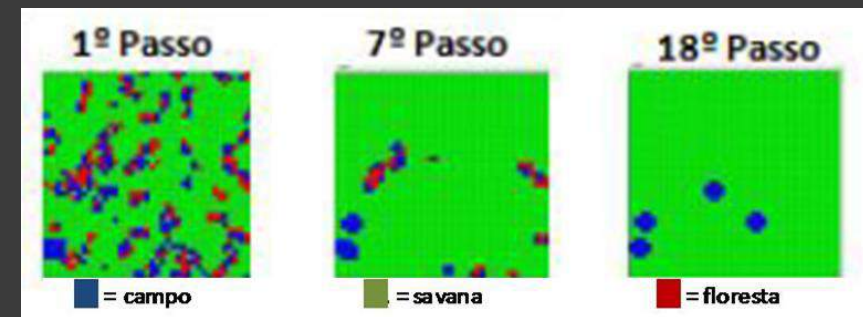
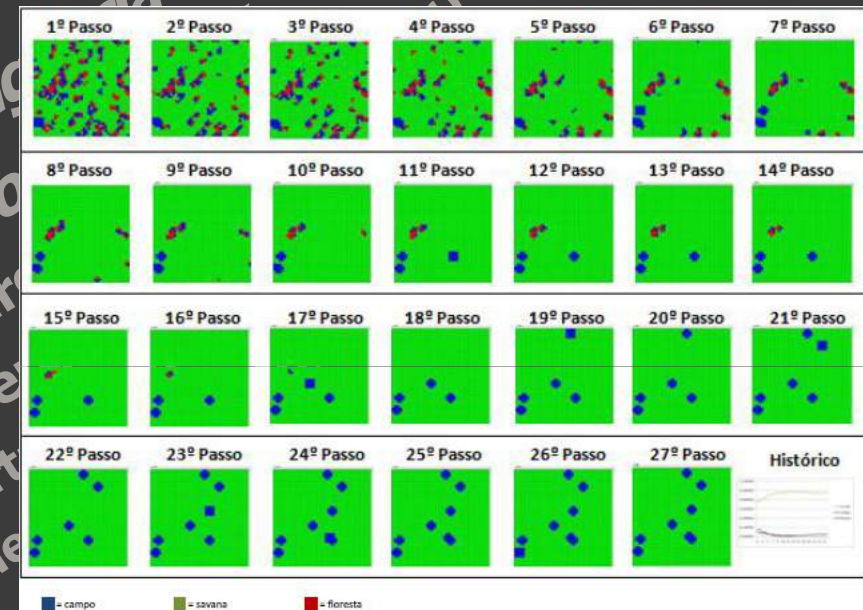


Figura 4: Padrão espacial de cada um dos 20 passos da dinâmica do modelo determinístico sem simulação de distúrbio.

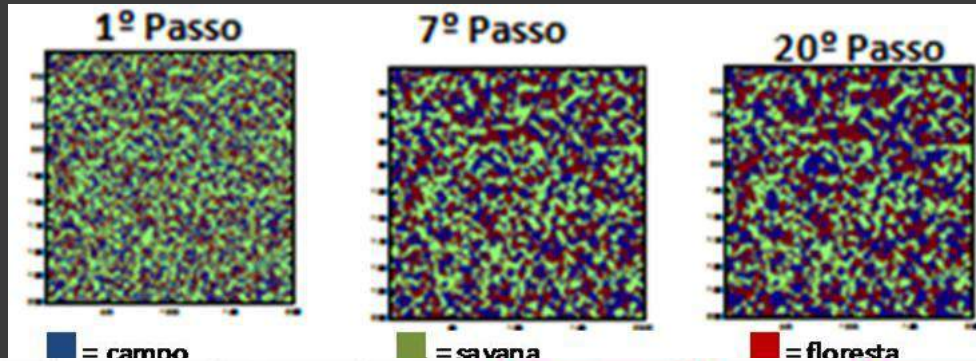


Modelo determinístico com simulação de distúrbio:



→ RESULTADOS E DISCUSSÃO:

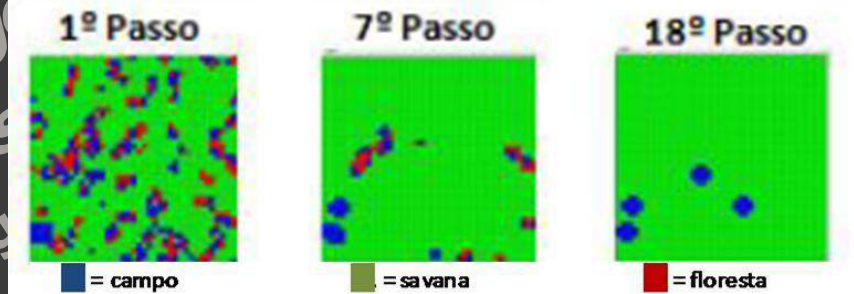
Modelo determinístico sem simulação de distúrbio:



Passo	Savana		Campo		Floresta		Média		Desvio-padrão		Total	
	He/Hmax	SDL	He/Hmax	SDL	He/Hmax	SDL	He/Hmax	SDL	He/Hmax	SDL	He/Hmax	SDL
0	0,31581	0,21607	0,31589	0,21610	0,31546	0,21595	0,31572	0,21604	0,0002262	0,000083	0,94715	0,64812
1	0,32565	0,21960	0,32255	0,21851	0,32173	0,21822	0,32331	0,21878	0,0020686	0,000729	0,96993	0,65633
2	0,33214	0,22182	0,32744	0,22022	0,32699	0,22007	0,32886	0,22070	0,0028537	0,000972	0,98657	0,66211
3	0,33444	0,22259	0,33011	0,22114	0,32983	0,22104	0,33146	0,22159	0,0025881	0,000868	0,99438	0,66477
4	0,33485	0,22273	0,33159	0,22164	0,33137	0,22156	0,33261	0,22198	0,0019503	0,000650	0,99782	0,66593
5	0,33453	0,22262	0,33247	0,22193	0,33230	0,22188	0,33310	0,22214	0,0012428	0,000414	0,99931	0,66643
6	0,33395	0,22243	0,33303	0,22212	0,33289	0,22207	0,33329	0,22221	0,0005785	0,000192	0,99987	0,66662
7	0,33332	0,22222	0,33342	0,22225	0,33326	0,22220	0,33333	0,22222	0,0000812	0,000027	1,00000	0,66667
8	0,33273	0,22202	0,33369	0,22234	0,33350	0,22228	0,33331	0,22221	0,0005095	0,000170	0,99992	0,66664
9	0,33214	0,22182	0,33391	0,22241	0,33368	0,22234	0,33324	0,22219	0,0009585	0,000320	0,99973	0,66658
10	0,33162	0,22165	0,33405	0,22246	0,33383	0,22239	0,33317	0,22217	0,0013465	0,000450	0,99950	0,66650
11	0,33122	0,22151	0,33415	0,22249	0,33392	0,22242	0,33310	0,22214	0,0016311	0,000546	0,99930	0,66643
12	0,33085	0,22139	0,33424	0,22252	0,33400	0,22244	0,33303	0,22212	0,0018878	0,000632	0,99909	0,66636
13	0,33055	0,22129	0,33430	0,22254	0,33405	0,22246	0,33297	0,22210	0,0020970	0,000703	0,99890	0,66629
14	0,33028	0,22120	0,33436	0,22256	0,33409	0,22247	0,33291	0,22208	0,0022816	0,000765	0,99873	0,66623
15	0,33003	0,22111	0,33441	0,22258	0,33413	0,22249	0,33286	0,22206	0,0024507	0,000822	0,99857	0,66618
16	0,32981	0,22103	0,33444	0,22259	0,33417	0,22250	0,33280	0,22204	0,0026006	0,000873	0,99841	0,66612
17	0,32960	0,22096	0,33447	0,22260	0,33420	0,22251	0,33276	0,22202	0,0027360	0,000919	0,99827	0,66607
18	0,32944	0,22091	0,33449	0,22261	0,33422	0,22252	0,33272	0,22201	0,0028415	0,000955	0,99816	0,66603
19	0,32930	0,22086	0,33452	0,22261	0,33424	0,22252	0,33268	0,22200	0,0029366	0,000987	0,99805	0,66600
20	0,32918	0,22082	0,33453	0,22262	0,33426	0,22253	0,33265	0,22200	0,0030152	0,001014	0,99795	0,66597

Legenda: ■ = menores valores ■ = maiores valores

Modelo determinístico com simulação de distúrbio:



Passo	Savana		Campo		Floresta		Média		Desvio-padrão		Total	
	He/Hmax	SDL	He/Hmax	SDL	He/Hmax	SDL	He/Hmax	SDL	He/Hmax	SDL	He/Hmax	SDL
0	0,18820	0,15278	0,24435	0,18464	0,21469	0,16888	0,21574	0,16888	0,0230903	0,0259316	0,64723	0,50602
1	0,18695	0,15200	0,26832	0,19632	0,17501	0,14433	0,21009	0,16422	0,0507683	0,0280452	0,65027	0,49270
2	0,14308	0,12261	0,20584	0,16347	0,17663	0,14622	0,17585	0,14422	0,0314720	0,0205410	0,52755	0,43280
3	0,13933	0,11995	0,20277	0,16166	0,17501	0,14433	0,17239	0,14200	0,0317779	0,0209335	0,51717	0,42599
4	0,10190	0,09152	0,18073	0,13490	0,14520	0,12422	0,13593	0,11688	0,0304887	0,0225873	0,40784	0,35053
5	0,07760	0,07138	0,13406	0,11609	0,14193	0,12111	0,11786	0,10333	0,0350879	0,0274885	0,35359	0,30945
6	0,06721	0,06270	0,13057	0,11352	0,09575	0,08659	0,09785	0,08766	0,0317322	0,0254296	0,29354	0,26281
7	0,05848	0,05062	0,11837	0,10052	0,07771	0,07160	0,08152	0,07442	0,0303286	0,0250526	0,24455	0,22280
8	0,04165	0,03992	0,09575	0,08859	0,06270	0,05877	0,06670	0,06170	0,0272725	0,0234775	0,20011	0,18527
9	0,04111	0,03942	0,09575	0,08859	0,06094	0,05722	0,06593	0,06100	0,0276629	0,0238178	0,19780	0,18323
10	0,02965	0,02877	0,07771	0,07167	0,04395	0,04200	0,05044	0,04766	0,0246777	0,0219667	0,15111	0,14246
11	0,03403	0,03287	0,03559	0,03433	0,09717	0,08777	0,05560	0,05166	0,0360125	0,0312608	0,16680	0,15493
12	0,03129	0,03031	0,08995	0,08186	0,03340	0,03222	0,05255	0,04822	0,0332746	0,0292077	0,15465	0,14446
13	0,03020	0,02928	0,08847	0,08064	0,03116	0,03020	0,04994	0,04677	0,0333691	0,0293937	0,14983	0,14032
14	0,02965	0,02877	0,08847	0,08064	0,02887	0,02800	0,04900	0,04566	0,0341877	0,0301631	0,14699	0,13745
15	0,02579	0,02512	0,08241	0,07562	0,02163	0,02111	0,04328	0,04000	0,0339523	0,0303596	0,12983	0,12150
16	0,02358	0,02302	0,08241	0,07562	0,01072	0,01000	0,03890	0,03644	0,0382228	0,0345141	0,11670	0,10924
17	0,03075	0,02980	0,10411	0,09327	0,00420	0,00400	0,04635	0,04424	0,0517495	0,0458641	0,13905	0,12725
18	0,02689	0,02617	0,09575	0,08859	0,00000	0,00000	0,04088	0,03755	0,0493861	0,0444070	0,12265	0,11278
19	0,03567	0,03440	0,11720	0,10346	0,00000	0,00000	0,05095	0,04590	0,0600754	0,0528902	0,15287	0,13788
20	0,03349	0,03236	0,11208	0,09951	0,00000	0,00000	0,04852	0,04439	0,0575308	0,0507607	0,14558	0,13188
21	0,04219	0,04041	0,13117	0,11444	0,00000	0,00000	0,05798	0,05166	0,0672748	0,0580079	0,17194	0,15480
22	0,04003	0,03842	0,127	0,1109	0,00000	0,00000	0,05568	0,04987	0,0649430	0,0563083	0,16705	0,14931
23	0,04866	0,04629	0,1361	0,1178	0,00000	0,00000	0,06167	0,05466	0,0690952	0,0593229	0,18500	0,16405
24	0,05080	0,04822	0,1495	0,1273	0,00000	0,00000	0,06676	0,05840	0,0780057	0,0641815	0,20026	0,17516
25	0,04920	0,04678	0,1461	0,1249	0,00000	0,00000	0,06516	0,05722	0,0744361	0,0610935	0,19548	0,17186
26	0,05134	0,04870	0,1505	0,1279	0,00000	0,00000	0,06729	0,05888	0,0765225	0,0645376	0,20187	0,17657
27	0,04920	0,04678	0,1461	0,1249	0,00000	0,00000	0,06516	0,05722	0,0744361	0,0610935	0,19548	0,17186

Legenda: ■ = menores valores ■ = maiores valores

→ CONSIDERAÇÕES FINAIS:

→ Aplicações possíveis a partir da modelagem da paisagem por autômatos celulares:

- novas perspectivas para interpretar a dinâmica e organização do Cerrado (e outros tipos de vegetação);**
- servir como ferramenta auxiliar na tomada de decisões relativas ao manejo de áreas protegidas de Cerrado (p.ex.: fogo como instrumento de manejo); e**
- simulação da dinâmica da vegetação em paisagens restauradas → tipos de célula representam diferentes tipos sucessionais (p.ex.: pioneiras, intermediárias e clímax), organizados segundo diferentes metodologias de plantio da vegetação e intensidade de distúrbios**

→ *O Cerrado como um sistema complexo*

- Cerrado da UFSCar: um laboratório ao ar livre para estudos de sistemas complexos ambientais



INTELIGÊNCIA COLETIVA

PROCESSO DE EVOLUÇÃO:

Cérebro Humano: Age pela crença antes de agir pela razão.

As crenças envolvem escolhas individuais, porém frequentemente determinadas pelo grupo e por indivíduos mais influentes.

MUNDO ATUAL.

AMPLO ACESSO À INFORMAÇÃO: DECISÕES MAIS INTELIGENTES ?

CONDIÇÃO ESSENCIAL: SEPARAR DO RUÍDO AS INFORMAÇÕES COERENTES e RELEVANTES.

QUEM TEM ACESSO ÀS INFORMAÇÕES COERENTES E É CAPAZ DE ANALISÁ-LAS SERÁ CAPAZ DE TOMAR DECISÕES MAIS INTELIGENTES ?

No livro Teoria Geral dos Sistemas, L. von Bertalanffy (1977) comentou:

“Temos nos tornado simples engrenagens de um SISTEMA dominado por poucos líderes privilegiados, mediocres e mistificadores que só tem em vista seus interesses particulares sob a cortina de fumaça das ideologias.

Precisamos considerar que a visão do mundo, sob o ponto de vista de SISTEMAS, precisa beneficiar-se dos ASPECTOS POSITIVOS DO CONHECIMENTO e do controle benéfico do ambiente e da sociedade.”

OQUE É BOM PARA A ECONOMIA É BOM PARA AS PESSOAS ?

Decisões INTELIGENTES para a sociedade frequentemente não são aquelas tomadas por poucos líderes privilegiados mesmo que bem intencionados.

QUAL SERIA A OPÇÃO ATUALMENTE ?

INTELIGÊNCIA COLETIVA e o CENTER FOR COLLECTIVE INTELLIGENCE – CCI-MIT

- ◎ “Our basic research question is: How can people and computers be connected so that—collectively—they act more intelligently than any person, group, or computer has ever done before?”
- ◎ Sugiro darem uma passeada em: cci.mit.edu
 - Questões atuais e Handbook of Collective Intelligence com opção editada e publicação sendo trabalhada coletivamente no modelo wikipédia (acesso em Draft)
 - FERRAMENTAS PARA AVALIAÇÃO DE I.C. e I. C. NA PRÁTICA.
 - NETLOGO E SISTEMAS COMPLEXOS

FERRAMENTAS PARA SISTEMAS COMPLEXOS

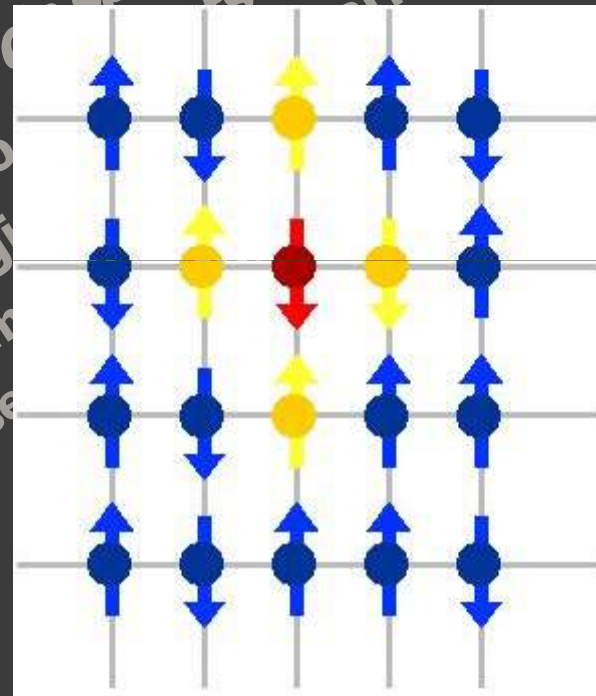
- NETLOGO.
- Possibilita a exploração de fenômenos emergentes. Disponibiliza uma extensa biblioteca de modelos em uma variedade de assuntos incluindo artes, economia, biologia, física, química, psicologia e sistemas dinâmicos.
- NetLogo é um software livre que tem sido utilizado em uma ampla variedade de contextos educacionais do ensino fundamental até à pós-graduação.

BIBLIOTECA NETLOGO : MODELO DE ISING

- BIBLIOTECA
- Modelo de Ising
- Admite-se dois estados:
 1. Spin Up
 2. Spin Down

Cada ponto interage somente com os vizinhos mais próximos. Exemplo: Vermelho interage com os amarelos. A energia de interação é dada por um fator de acoplamento J_{ij} .

$$E = \sum_{ij} J_{ij} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j$$



BIBLIOTECA NETLOGO : MODELO DE ISING

Ising - NetLogo (C:\Sergio\Academi...
File Edit Tools Zoom Tabs Help
Interface Info Code
Edit Delete Add Button | normal speed | view updates | Settings...
attempted flips: 1376000 | on ticks |
probability-of-spin-up 50 %
setup go
temperature 4.63
magnetization -0.017
Magnetization
average spin
-1 1
0 1400000 time
Command Center
observer>

Inteligência Coletiva:
"Espinhas de spin"
sergio@ufscar.br
sergio@ufscar.br

```
Ising - NetLogo (C:\Sergio\Acadêmicos\UFSCa...  
File Edit Tools Zoom Tabs Help  
Interface Info Code  
Find... Check | Procedures | indent automatically  
globals [  
  sum-of-spins ]  
patches-own [  
  spin ;; holds -1 or 1  
]  
to setup  
  clear-all  
  ask patches [  
    ifelse random 100 < probability-of-spin-up  
      [ set spin 1 ]  
      [ set spin -1 ]  
    recolor  
  ]  
  set sum-of-spins sum [ spin ] of patches  
  reset-ticks end  
to go  
  repeat 1000 [  
    ask one-of patches [ update ]  
  ]  
  tick-advance 1000 ;; use 'tick-advance', as we are updating 1000 patches at a time  
  update-plots ;; unlike 'tick', 'tick-advance' doesn't update the plots, so we need to do so explicitly  
end  
to update ;; patch procedure  
  let Ediff 2 * spin * sum [ spin ] of neighbors4  
  if (Ediff <= 0) or (temperature > 0 and (random-float 1.0 < exp ((- Ediff) / temperature))) [  
    set spin (- spin)  
    set sum-of-spins sum-of-spins + 2 * spin  
    recolor  
  ] end  
to recolor ;; patch procedure  
  ifelse spin = 1  
    [ set pcolor blue + 2 ]  
    [ set pcolor red - 2 ]  
end  
to-report magnetization  
  report sum-of-spins / count patches  
end
```

SPINGLASS

Métodos físicos e as ciências sociais

CURIOSIDADE.

Buscando no Google com as palavras chave NetLogo e SpinGlass encontrei o programa:

WHAT IS IT?

- This is a spin-glass and coupled map lattice combination model for a political decision evolutionary game where each agent (patch) can decide to join one of two coalitions in supporting a measure.
- The model incorporates nonlinear dynamics and evolutionary game theory to model stakeholder dynamics in (co)evolutionary cooperative games, so that there is a coadaptive learning dynamics on political resources gathered for joining each coalition.
- The coalition also illustrates an example of aggregation in complex adaptive systems, where the coalition is consensus-driven to either support or not a certain political measure being placed to voting.

SPIN GLASS

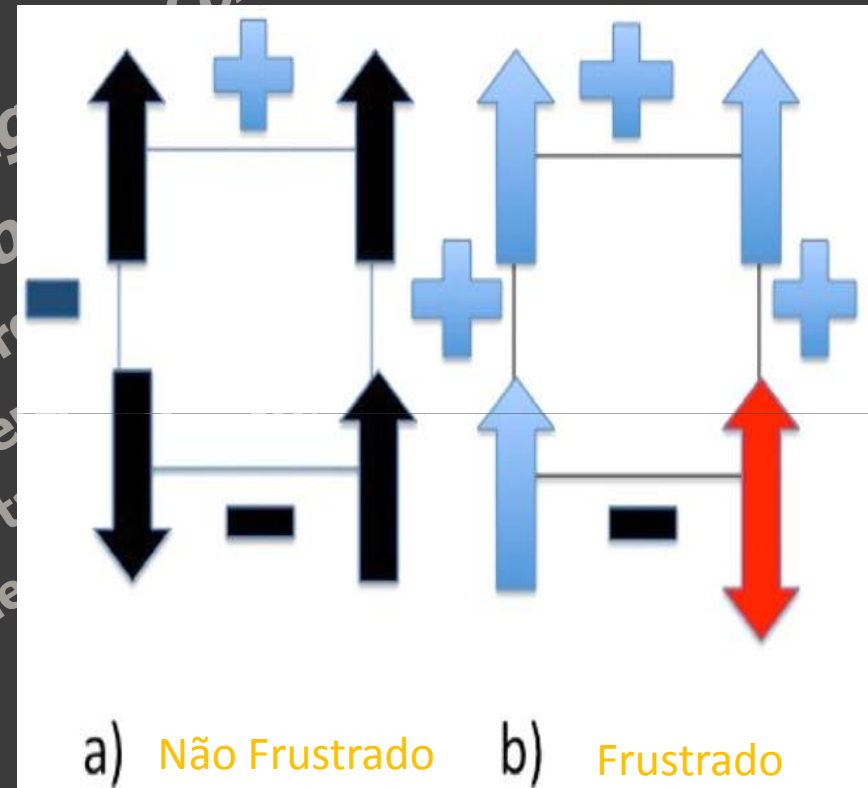
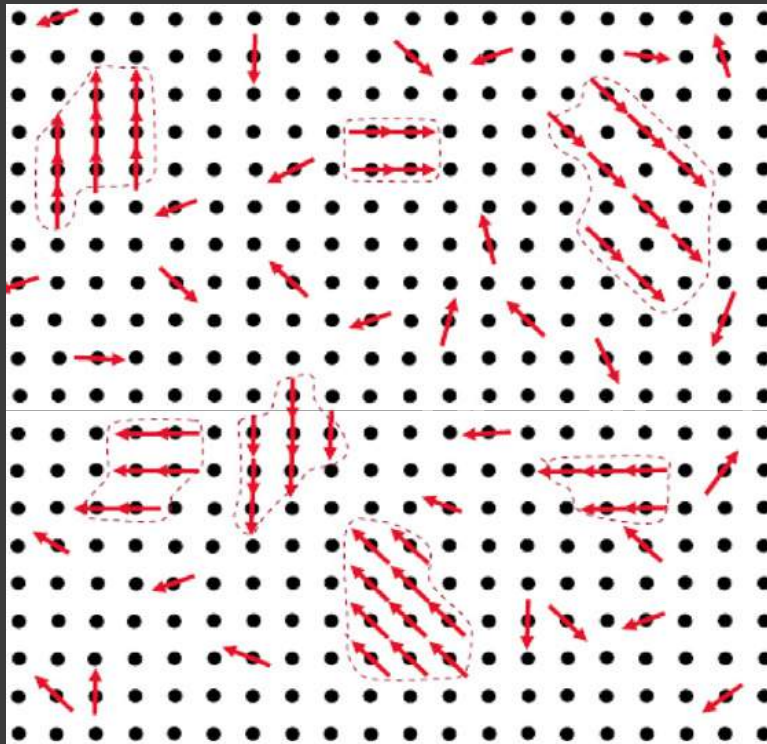


Figure 1. Random-site model in 2D with the inclusion of the ferromagnetic 'cluster glass'. Note the SG phase transition involves the cooperative freezing of the individual spins without the cluster glass. Typical examples of random-site materials are $\text{Cu}_{1-x}\text{Mn}_x$ and $\text{Eu}_x\text{Sr}_{1-x}\text{S}$ for $x < 0.1$. See Mydosh (1993).