

1100222 - Modelagem de Crescimento de Culturas Agrícolas

LEB5048 - Modelagem de Culturas Agrícolas I

Aula #1 – Introdução

Prof. Quirijn de Jong van Lier
Prof. Fábio R Marin

“natural”



agrícola

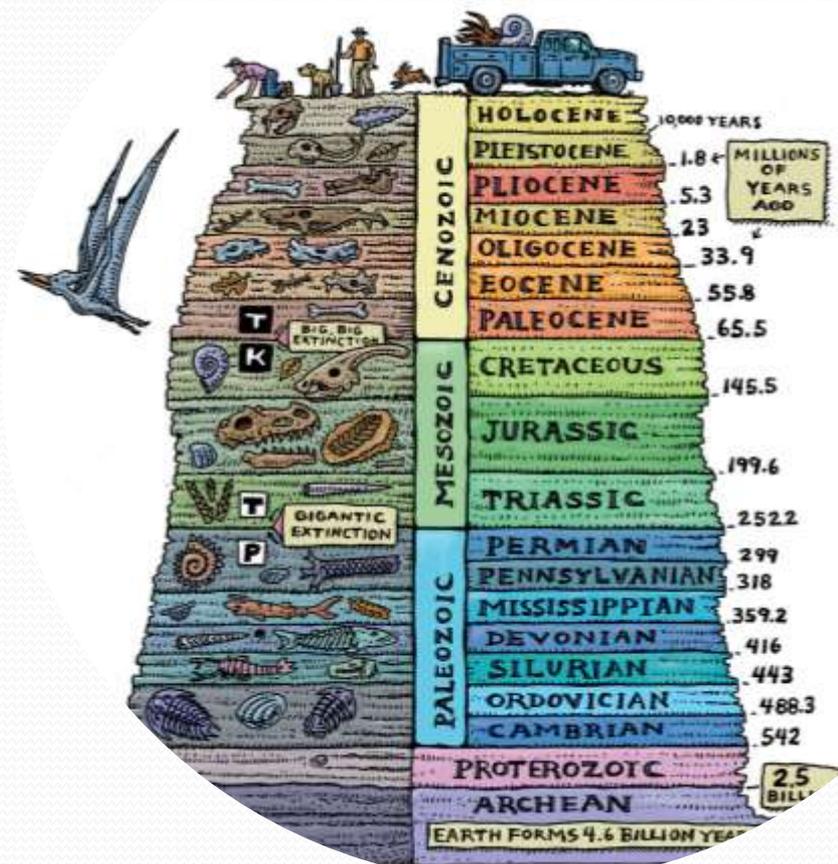


urbano



Evolução da agricultura e tecnologia

- **200.000 anos atrás** – Seres humanos na Terra
- **10.000 anos**: Nomades -> Sedentarios (1ª. Revolução)
- **200 anos**: Mecanização + monocultivos + energia (2ª. Revolução)
- **60 anos**: química (planta+ solo), genética, sistemas de produção (3ª. Revolução)



Projected Global Changes for 2050

1

(FAO) Population increase by 34%;

2

(FAO) Meat and dairy consumption is projected to increase 73 and 58 percent, respectively;

3

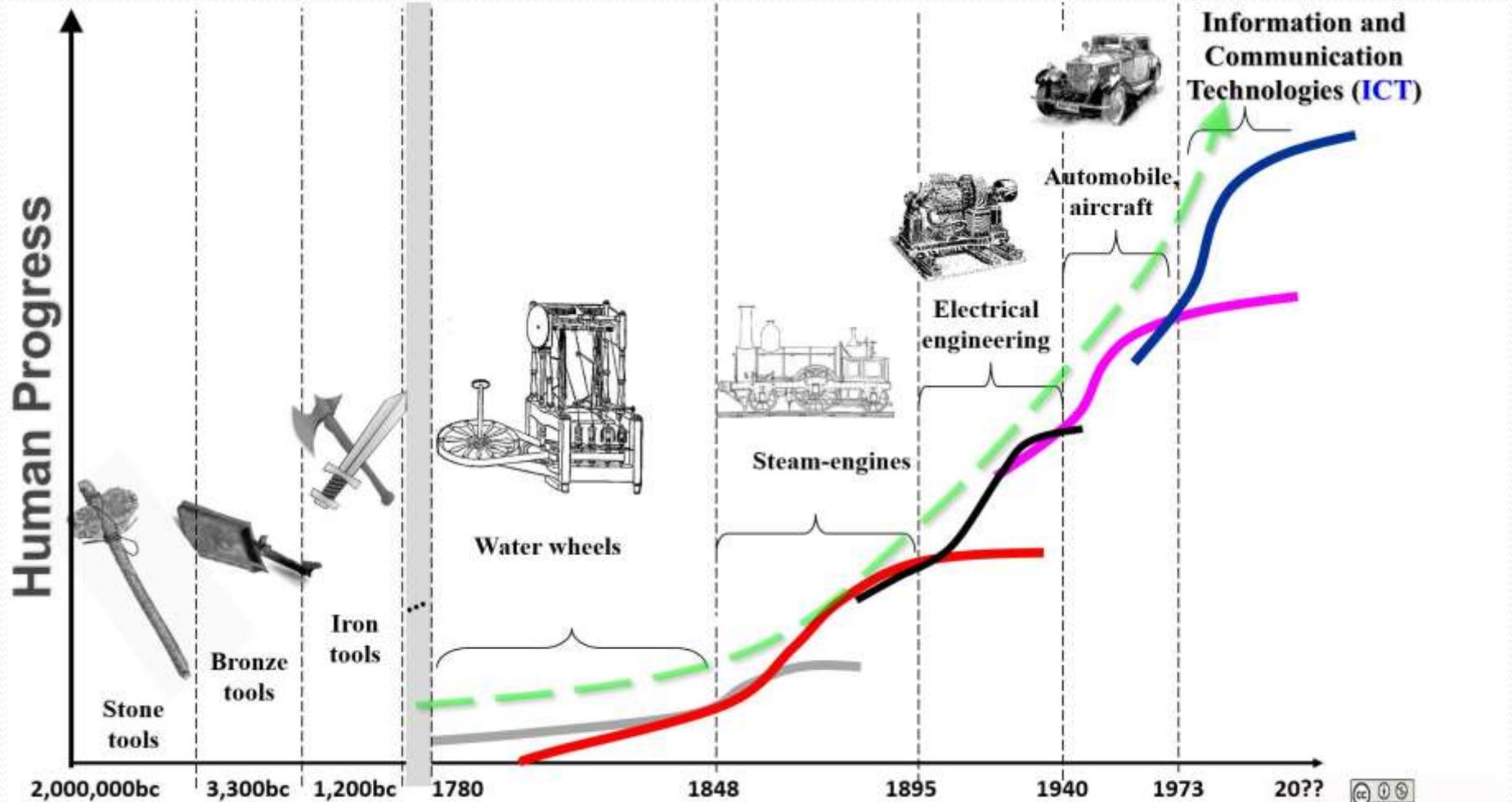
(FAO) Arable land area is projected to grow 5%;

4

Climate change and environmental regulations will enhance the control on farming systems.

Sustainable intensification

Quarta Revolução Agrícola: Agricultura Digital?



Agricultura Digital

Schumpeter

Digital disruption on the farm

Managers in the most traditional of industries distrust a promising new technology

May 24th 2014 | From the print edition



Brett Ryder

INNOVATION is a word that brings to mind small, nimble startups doing clever things with cutting-edge technology. But it is also vital in large, long-established industries—and they do not come much larger or older than agriculture. Farmers can be among the most hidebound of managers, so it is no surprise that they are nervous about a new idea called prescriptive planting, which is set to disrupt their business. In essence, it is a system that tells them with great precision which seeds to plant and how to cultivate them in each patch of land. It could be the biggest change to agriculture in rich countries since genetically modified crops. And it is proving nearly as controversial, since it raises profound questions about who owns the information on which the service is based. It also plunges stick-in-the-mud farmers into an unfamiliar world of "big data" and privacy battles.

Leia matéria completa em:

<http://www.economist.com/news/business/21602757-managers-most-traditional-industries-distrust-promising-new-technology-digital>

Terminologia do mundo da modelagem:

MODELO

Um algoritmo representando parte da natureza

MODELAGEM

A arte de construir um modelo

SIMULAÇÃO

A realização de um cálculo com um modelo

CENÁRIO

Conjunto das condições de contorno de uma simulação

MODELO

- Um modelo é uma representação simples de um processo ou fenômeno mais complexo;
- Para interpretar dados precisamos sempre de algum tipo de modelo, implícito ou explícito;
- Modelos variam quanto a
 1. Escala
 2. Complexidade
 3. Tipo (...)
- Um modelo permite entender e prever fenômenos, analisar sensibilidades, indicar necessidades de pesquisa e experimentação, ...

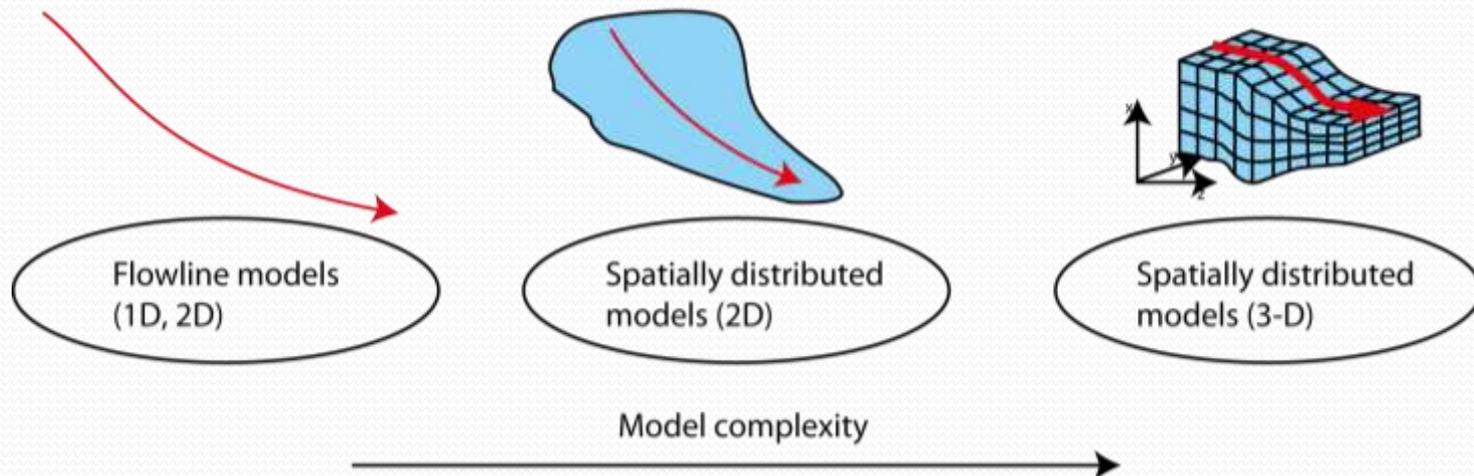
“Everything should be made as simple as possible, but not simpler”

Albert Einstein

Qualquer modelo do sistema agrícola ou ecológico requer conhecimento sobre seu funcionamento, bem como as condições iniciais e de contorno.

Dimensões de modelos

- **Tempo**
- **Espaço – 1,2,3D**



A modelagem agrícola

- CONCEITUAÇÃO BIOFISICA
- CONCEITUAÇÃO LÓGICO-MATEMÁTICA
- PROGRAMAÇÃO PROPRIAMENTE DITA
- USO/APLICAÇÃO DO MODELO

Conceitos e Definições

- **Sistema:** coleção de componentes e suas inter-relações, agrupadas com o propósito de estudar alguma parte do mundo real. Dependente da visão do modelador sobre a realidade e do propósito da modelagem.
- **Ambiente e condições de contorno:** na definição do escopo de um sistema, é necessário definir seus limites e seu conteúdo. O ambiente inclui tudo, com exceção dos componentes do sistema. Ambiente afeta o sistema, mas o sistema não afeta o ambiente.

Conceitos e Definições

- **Modelo:** Representação matemática de um sistema. Conjunto de equações na forma de códigos de programação que quantifica o conhecimento sobre o sistema. Em agricultura, por exemplo, **sistema** pode ser uma cultura; seus **elementos** podem ser as folhas, raízes, colmos, flores e frutos, e seus **processos**, a transpiração, fotossíntese, respiração, crescimento radicular, particionamento.

Conceitos e Definições

- **Entradas e saídas:** variáveis de entrada (variáveis exógenas) são grandezas do ambiente que afetam o comportamento do sistema, mas não são influenciados por ele. Variáveis de saída representam numericamente o comportamento do sistema que é de interesse para o modelador. Na modelagem agrometeorológica, por exemplo, há especial interesse em analisar variáveis meteorológicas e sua repercussão nos modelos.

Conceitos e Definições

- **Parâmetros e constantes:** são características dos componentes do sistema que permanecem inalteradas ao longo de uma simulação. Constantes são grandezas com valores suficientemente confiáveis que permanecem fixos ainda que as condições experimentais sejam modificados. Parâmetros são grandezas com maior incerteza e que podem ser alterados para configurar o modelo a uma situação específica de simulação.
- **Variáveis de estado e taxas:** são grandezas que descrevem os componentes do sistema, mudando com o tempo conforme os componentes interagem entre si e com o ambiente.

Variáveis de Estado e Taxas – Um exemplo

Variáveis de estado (*State variables*)

Biomassa Y (kg/ha)

Variáveis de taxa (*Rate variables*)

Taxa de crescimento
 dY/dt (kg/ha/d)

Integração Numérica de Euler

$$Y_{t+1} = Y_t + dY/dt * dt \text{ (kg/ha)}$$

↑
estado

↑
taxa

↑
passo de
tempo

Conceitos e Definições

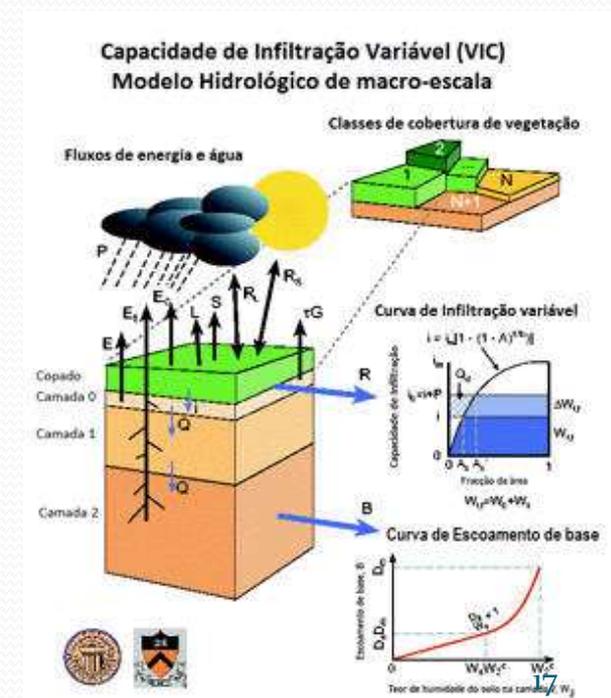
- **Calibração/Parametrização:** consiste em ajustar parâmetros para aproximar as simulações dos dados observados experimentalmente. A estrutura do modelo, portanto, permanece a mesma. Em alguns casos, a calibração é o único meio prático de estimar o valor de alguns parâmetros considerados em processos biológicos.

CALIBRAÇÃO

- Utilizam-se dados experimentais (observações) de variáveis de entrada e de saída
- Ajuste do valor dos parâmetros, geralmente buscando-se minimizar o valor do RMSE ou qualquer outro indicador estatístico selecionado

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{n}}$$

Definição: é o processo de ajuste do valor dos parâmetros dos modelos para obter uma representação do processo de interesse que satisfaça algum critério estatístico pré-estabelecido.

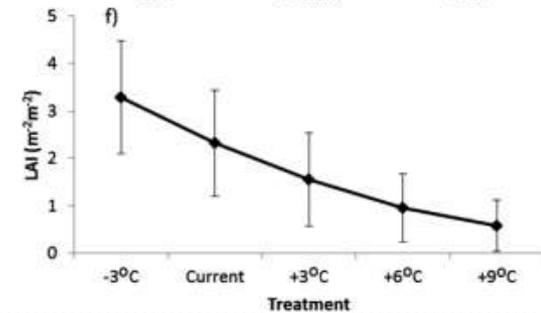
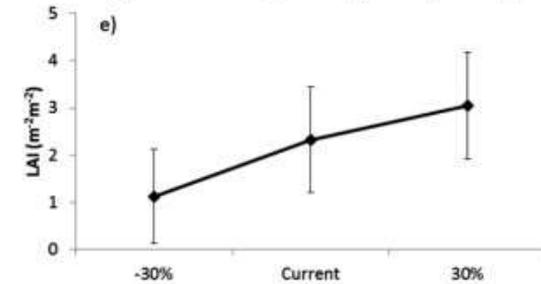
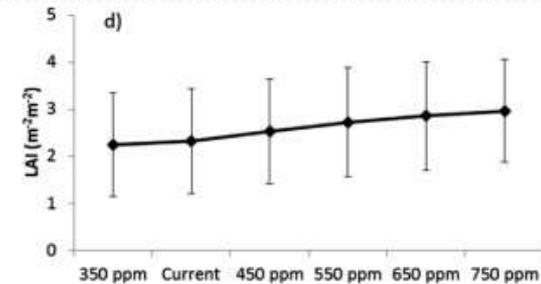
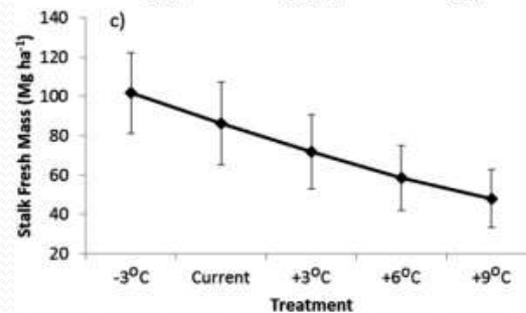
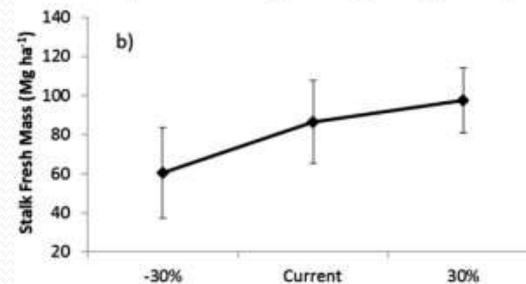
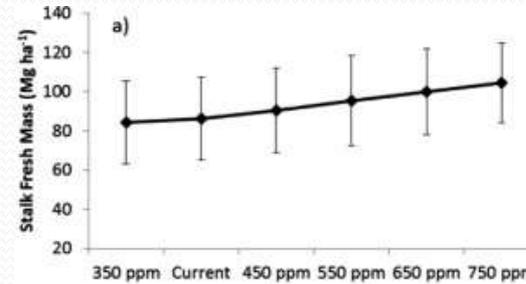


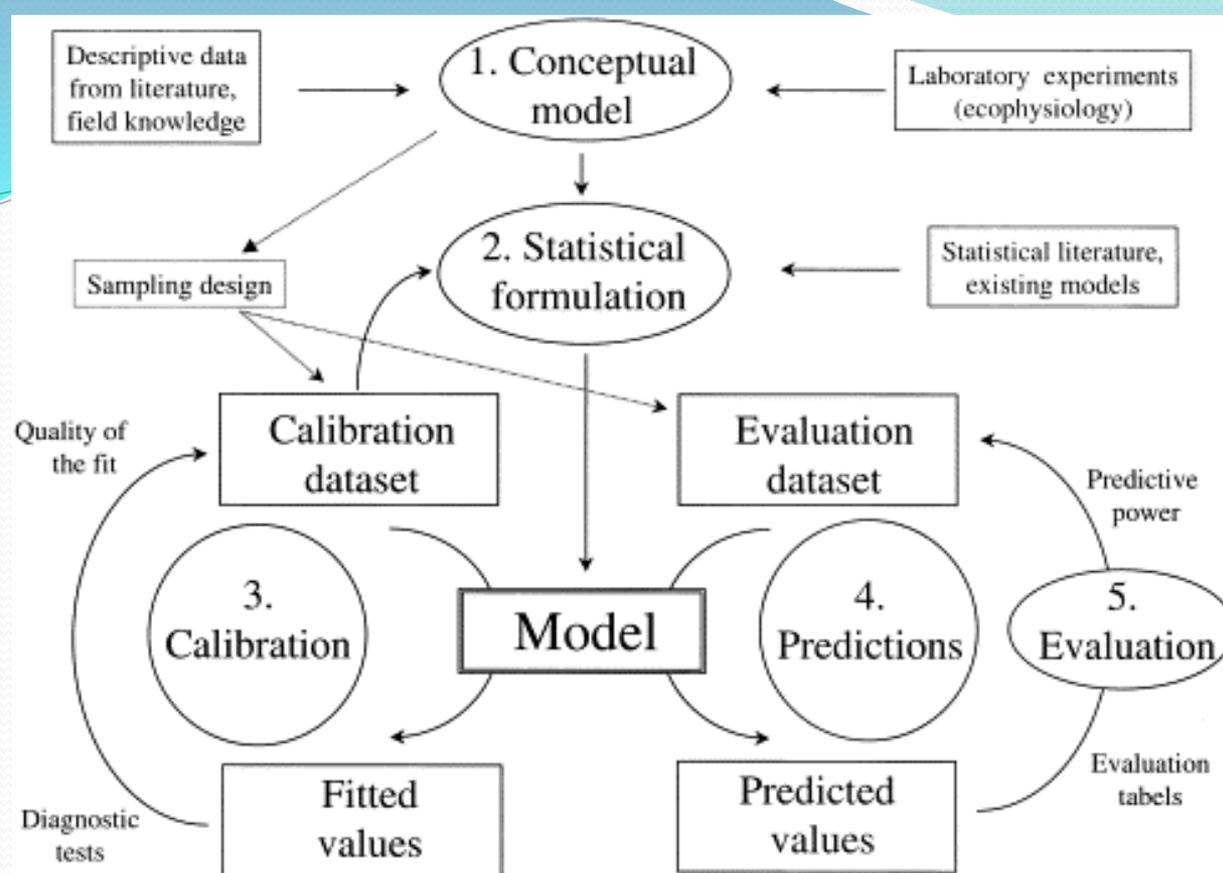
Avaliação/Validação: (ou **TESTE do modelo**)

- é o processo de comparação das variáveis de saída com dados experimentais que não foram utilizados na calibração.
- **Verificar o funcionamento do modelo com dados experimentais diferentes daqueles usados na calibração;**
- **O erro (RMSE) na validação seria um indicador do poder preditivo do modelo e da incerteza associada às simulações nas quais o modelo seria utilizado.**

Conceitos e Definições

- **Análise de Sensibilidade:** consiste na exploração do desempenho de um modelo pela variação nos valores dos parâmetros. A finalidade dessa análise é quantificar quanto a variação em um parâmetro influencia nas variáveis de saída de um modelo. Pode-se agrupá-las grosseiramente em dois modos de análise: local e global.



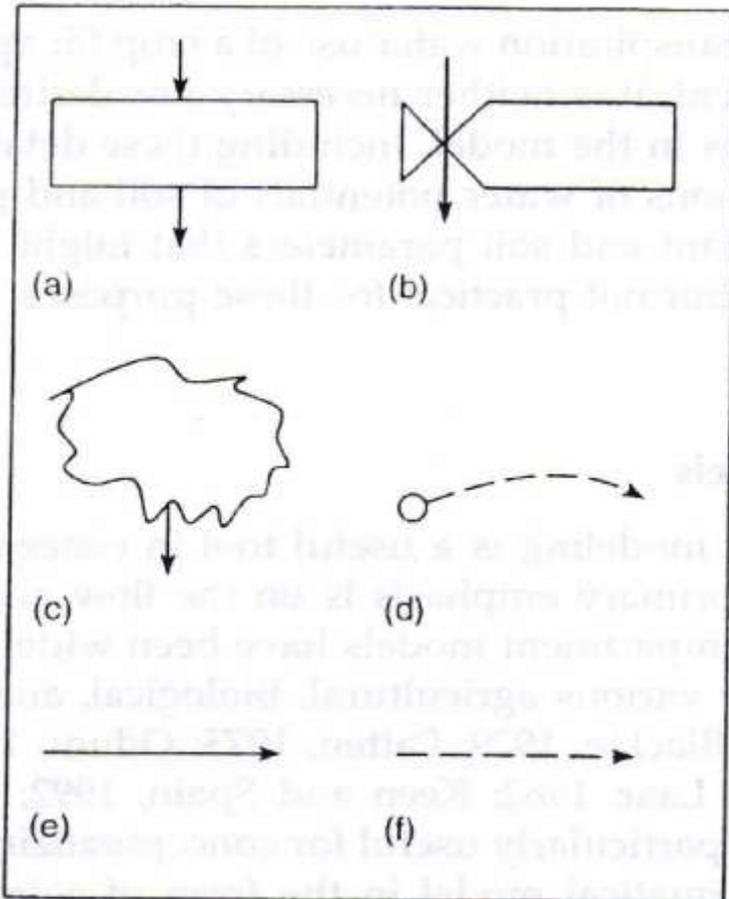


Etapas da modelagem:

1. Conceituação
2. Formalização
3. Calibração
4. Teste/Validação
5. Utilização

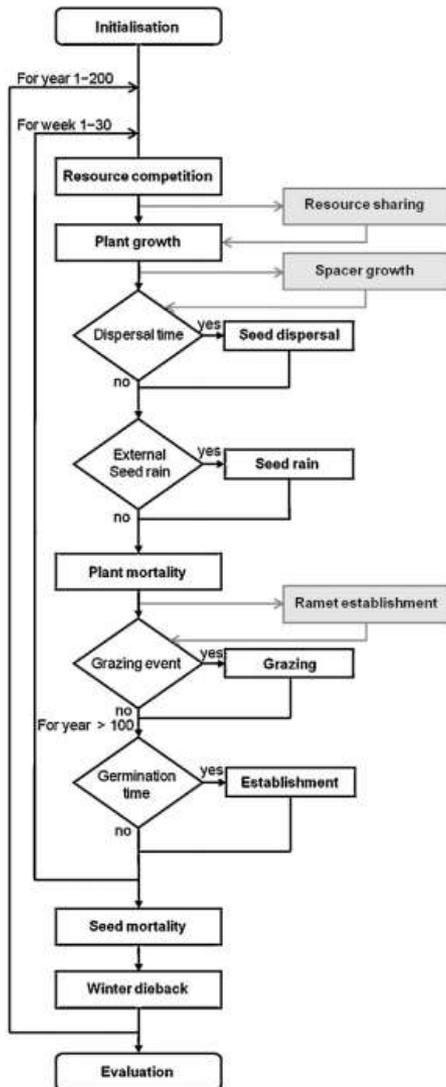
CONCEITUAÇÃO e FLUXOGRAMA

Diagrama de Forrester



- a) Variável de estado ou nível
- b) Taxa
- c) Variável fonte
- d) Variável auxiliar
- e) Fluxo de matéria/quantidade
- f) Fluxo de informação

FORMALIZAÇÃO: o algoritmo

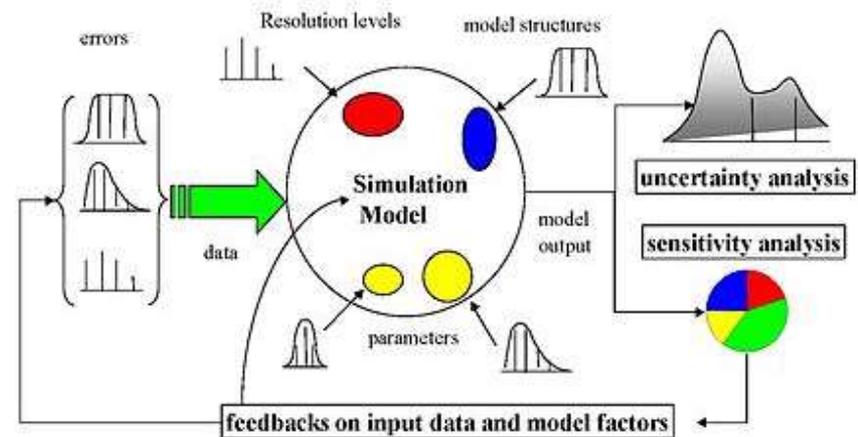


Quadro 2 – Algoritmo Transgenético para o PCCC.

1. Gerar população de cromossomos
2. Carregar o banco de informações do hospedeiro, BIH
3. $j \leftarrow \beta$;
4. **repetir**
5. $i \leftarrow 1$
6. **repetir**
7. $u \leftarrow \text{random}(\eta)$
8. **se** $(u \geq j)$ **então**
9. $t \leftarrow 1$
10. **senão** $t \leftarrow 2$
11. **para cada** cromossomo C
12. **se** $(t = 1)$ **então**
13. gerar k cadeias e escolher a melhor para compor plasmídeo λ
14. $C' \leftarrow \text{ataque_plas}(C, \lambda)$
15. **senão**
16. gerar um transposon λ
17. $C' \leftarrow \text{ataque_trans}(C, \lambda)$
18. **fim_se**
19. **se** $(\text{procedimento_}p_1(C', C))$ **então**
20. $C \leftarrow C'$
21. **se** $(\text{campeão}(C))$ **então**
22. atualiza(BIH, C)
23. **fim_se**
24. **fim_para**
25. $i \leftarrow i + 1$
26. **até** $(\eta / \beta = i)$
27. $j \leftarrow j + \beta$

UTILIZAÇÃO do modelo

- **Circunstancial:** simulação de cenários de interesse
- **Sistemática:** análise de sensibilidade de parâmetros
- **Tendencial:** estudo do efeito de alterações das condições de contorno segundo tendências esperadas



Um exemplo



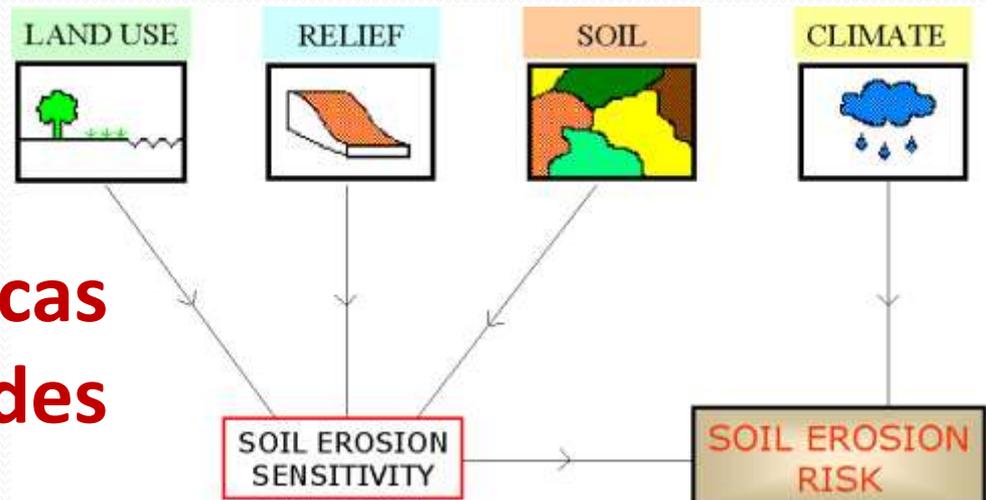
processo

experimentação

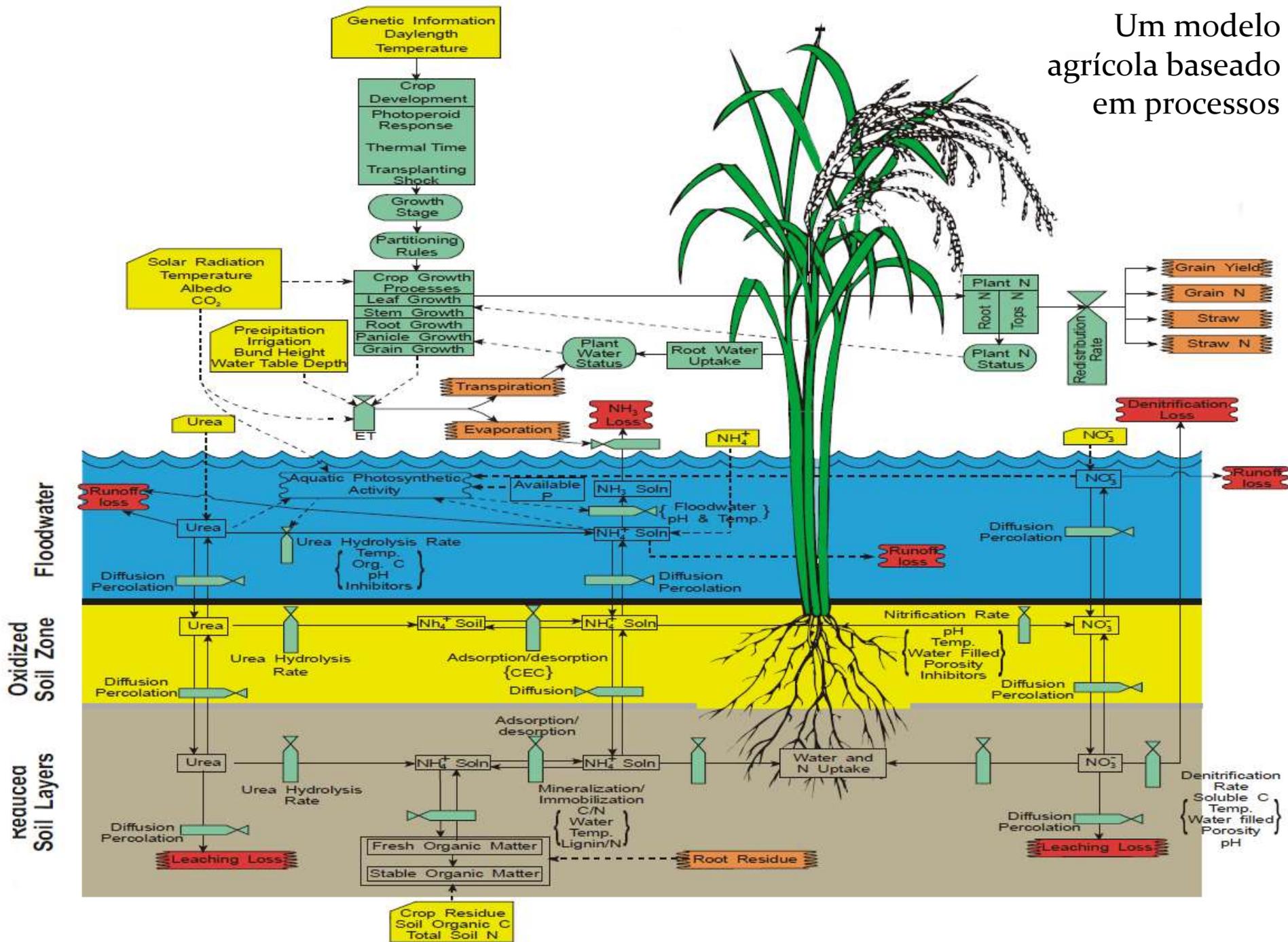


modelo

características e propriedades



Um modelo agrícola baseado em processos



A construção de um modelo (ou: qualquer processamento computacional de dados) requer uma plataforma, uma linguagem

Exemplos:

- **MS Excel (planilha eletrônica)**
- **Python, Fortran, C, Pascal, ... (compilador de linguagem de programação)**