

Introdução à Simulação Baseada em Agentes

Mateus Rissardi

Acadêmico / UDESC Alto Vale

mateus.rissardi31@edu.udesc.br

Fernando Santos

Professor / UDESC Alto Vale

fernando.santos@udesc.br



ERAMIA-RS

I ESCOLA REGIONAL DE APRENDIZADO
DE MÁQUINA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
DA REGIÃO SUL

2025



Sobre nós



Mateus Rissardi

Estudante de Engenharia de Software
Bolsista de Pesquisa em SBA



Fernando dos Santos

Doutorado em Ciência da Computação

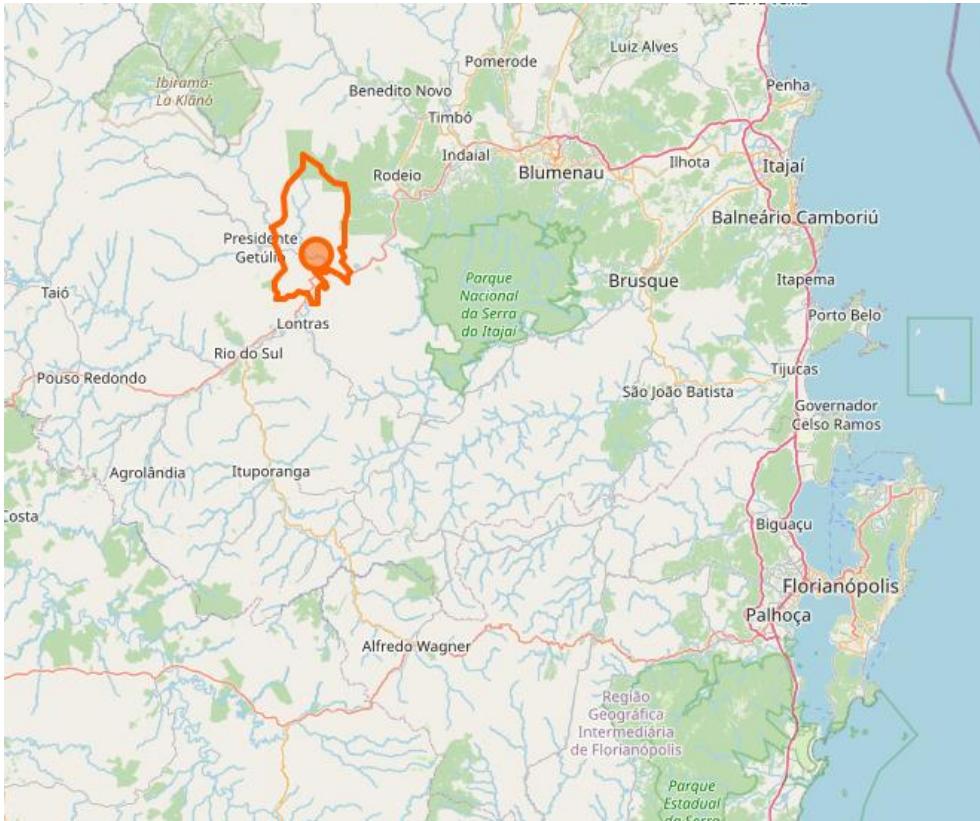
- Instituto de Informática – UFRGS – Porto Alegre
- Área: Simulações baseadas em Agentes

Professor de IA e Programação

Sobre a UDESC Alto Vale

Bacharelado em Engenharia de Software

- <https://www.udesc.br/ceavi/engenhariadesoftware>



Agenda do Minicurso

- Parte Teórica – 13/11 | **10:30 às 12:00** | **Audit. Inferior** - 43413
 - Fernando
- Parte Prática – 14/11 | **08:30 às 10:00** | **Lab 102** - 43413
 - Mateus
 - Ferramenta NetLogo

Motivação



Como avaliar **evacuação** de um
estádio de futebol?



Motivação

Ministério da Saúde - COVID-19 NO BRASIL

 Informações

 Como Navegar

Atualização do painel em **06/11/2025** às **18:32:14**, com dados contidos nas Secretarias Estaduais de Saúde.

BRASIL

27/03/2020 a
30/08/2025

População

210.147.125

CASOS

ÓBITOS

Casos novos notificados na semana epidemiológica

8.070

Óbitos novos notificados na semana epidemiológica

18

Casos Acumulados

39.318.227

Incidência covid-19 (100
mil hab)

18.709,86

Óbitos Acumulados

716.626

Taxa mortalidade (100
mil hab)

341,01

Como analisar a **dinâmica de propagação**
de uma doença?



Motivação

Como analisar a
dinâmica de tráfego
com diferentes perfis
de motoristas e
veículos?

E com **controle de**
tráfego inteligente?



Simulação Baseada em Agentes

Simulação Baseada em Agentes

[com]

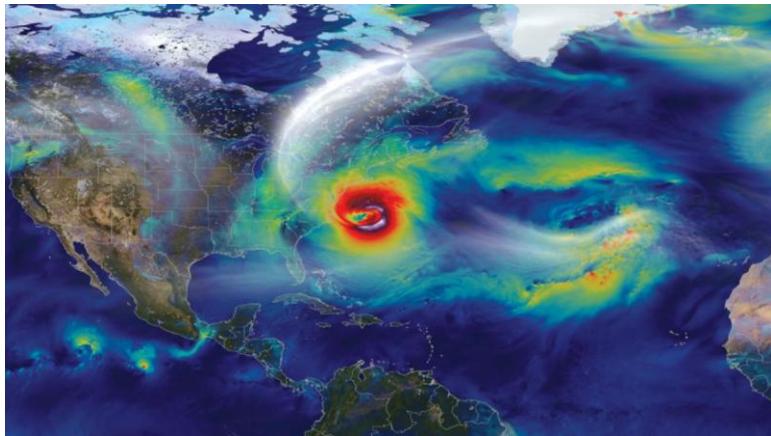
1. O que é, exemplos, e elementos
2. Como desenvolver
3. Trabalhos desenvolvidos no grupo de pesquisa
4. Oportunidades de pesquisa e extensão

Simulação Baseada em Agentes

[com]

- 1. O que é, exemplos, e elementos**
2. Como desenvolver
3. Trabalhos desenvolvidos no grupo de pesquisa
4. Oportunidades de pesquisa e extensão

Simulação



Simulação NASA: Furacão Sandy 2012

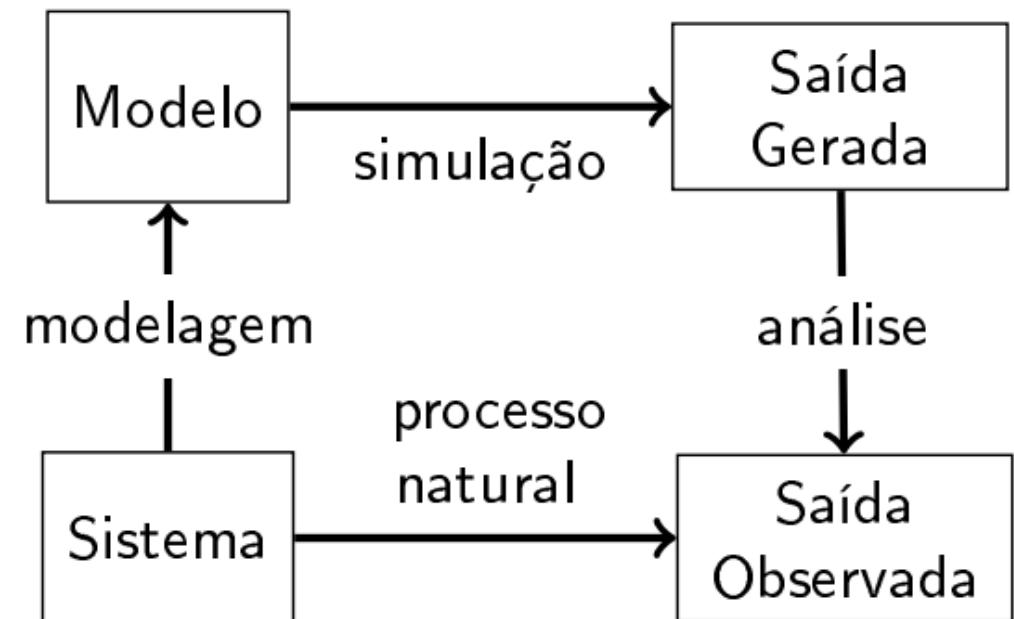
<https://www.usni.org/magazines/proceedings/2015/july/charting-invisible-terrain>



Simulação de Tráfego

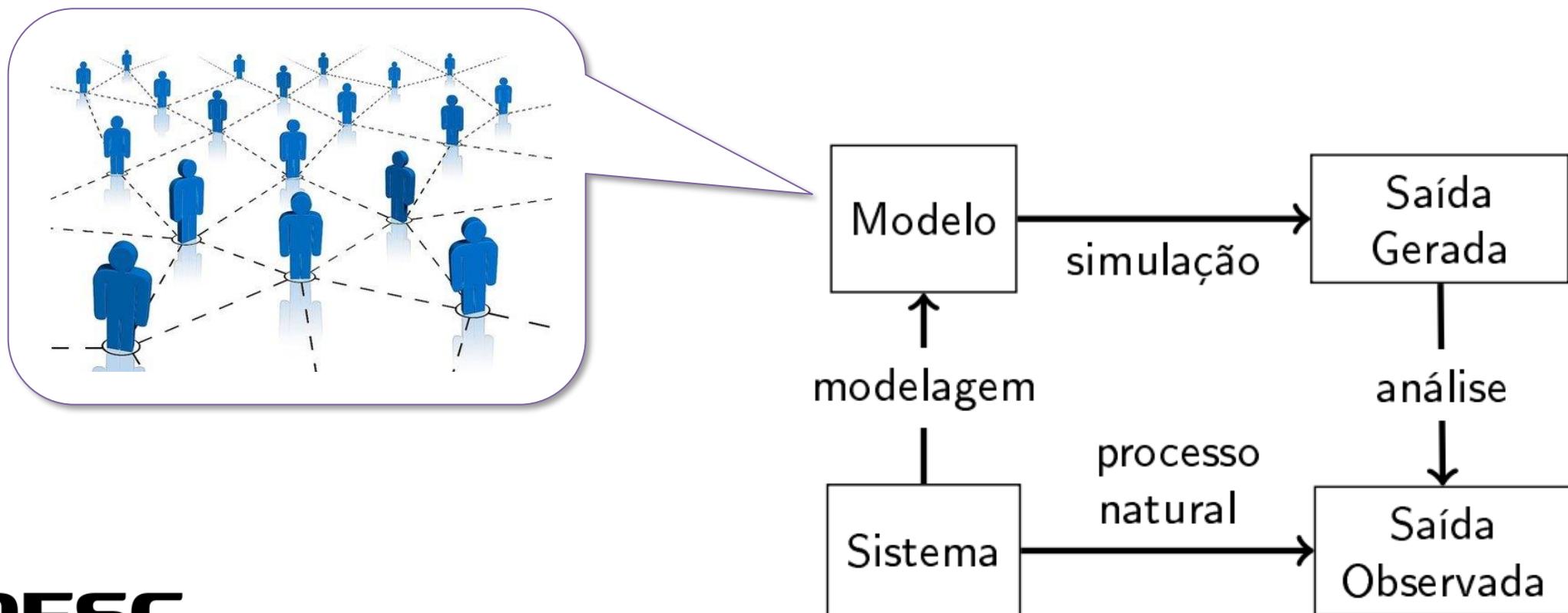
<https://www.openstreetmap.org/user/jinalfoflia/diary/35548>

Execução do modelo de um sistema

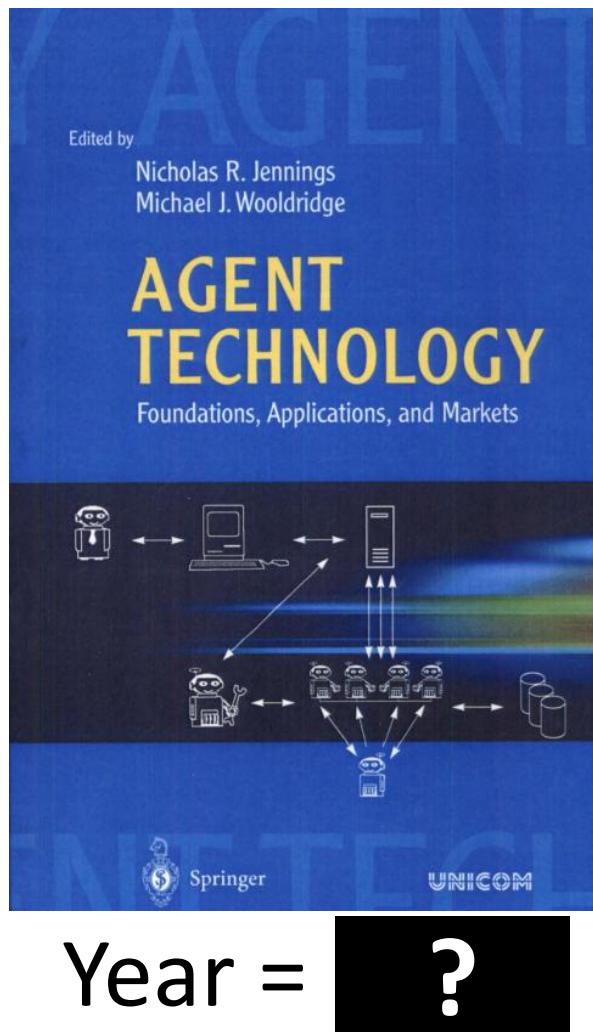


Simulação Baseada em Agentes

Elementos do sistema são modelados como
agentes (individuos)



Agentes



Year = ?

Intelligent agents are a new paradigm for developing software applications. More than this, agent-based computing has been hailed as ‘the next significant breakthrough in software development’ [1], and ‘the new revolution in software’ [2]. Currently, agents are the focus of intense interest on the part of many sub-fields of computer science and artificial intelligence. Agents are

An intelligent agent is a computer system that is capable of flexible autonomous action in order to meet its design objectives. By flexible, we mean that the system must be:

- responsive: agents should perceive their environment (which may be the physical world, a user, a collection of agents, the Internet, etc.) and respond in a timely fashion to changes that occur in it,
- proactive: agents should not simply act in response to their environment, they should be able to exhibit opportunistic, goal-directed behavior and take the initiative where appropriate, and
- social: agents should be able to interact, when they deem appropriate, with other artificial agents and humans in order to complete their own problem solving and to help others with their activities.

Exemplos de SBA

Simulações de Tráfego

- **Agentes veículos**
- Veículos de vários **tipos**
- Motoristas com diferentes **perfis**



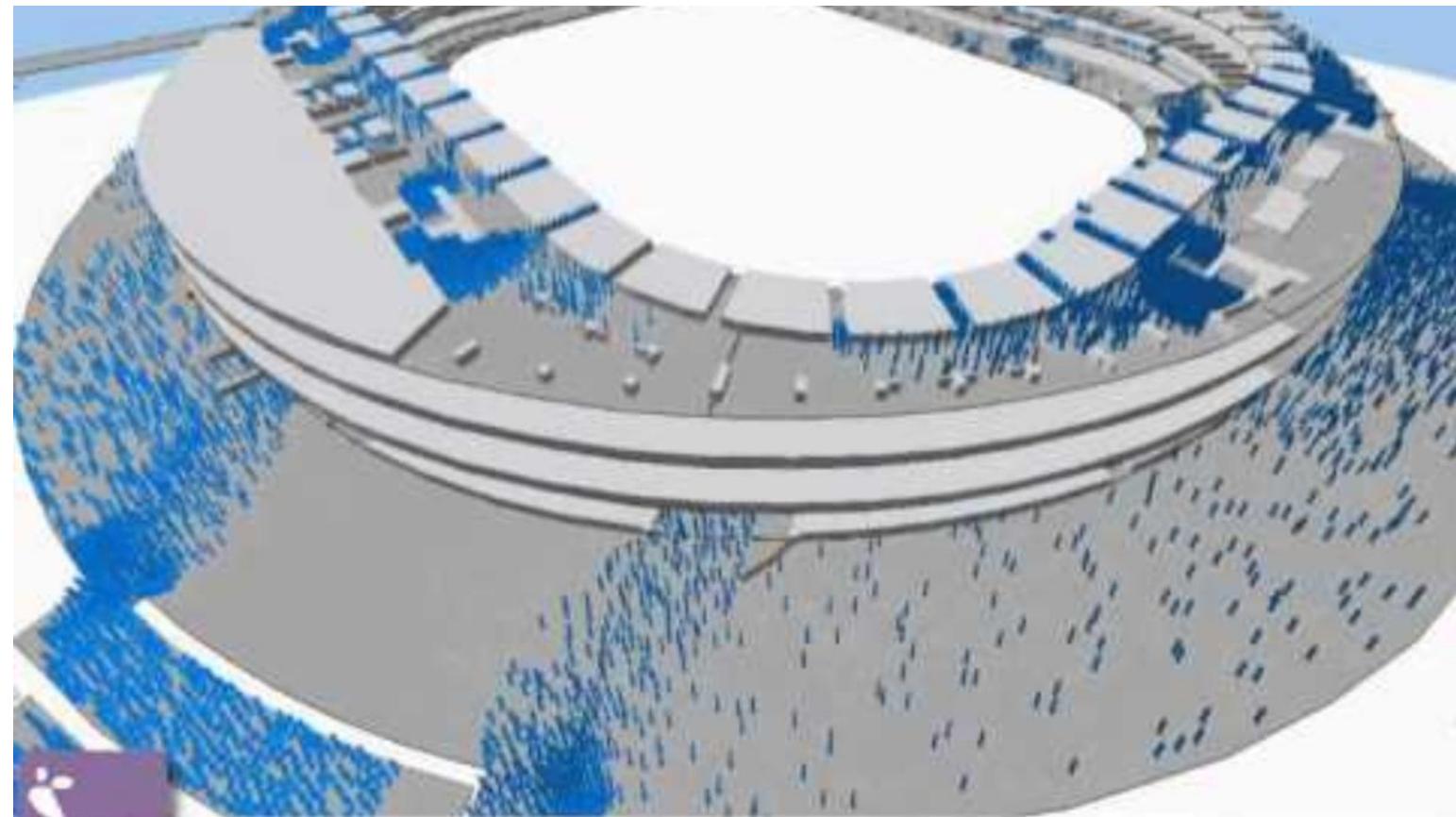
Exemplos de SBA

Evacuação

- **Agentes = indivíduos**
- Análises do tipo “**e se...**”
- Avaliação de **planos de evacuação e mobilidade**



<https://support.incontrolsim.com/en/pd-showcases/95-showcase-arena-porto-alegrense>



<https://youtu.be/97QIFsVqeh4>

Exemplos de SBA

Multidões (entretenimento)

- **Agentes** são os **personagens**
- **Comportamentos** predefinidos



http://www.massivesoftware.com/game_of_thrones.html



<https://www.youtube.com/watch?v=042YjQ9aZNk&t>

Exemplos de SBA

BBC NEWS | BRASIL

Notícias Brasil Internacional Economia Saúde Ciência Tecnologia #SalaSocial Vídeos

Coronavírus: o que diz modelo matemático que levou Reino Unido a mudar radicalmente combate à covid-19

Redação
BBC News Mundo

19 março 2020

<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-51944800>



O Reino Unido mudou sua estratégia para combater a pandemia do coronavírus: passou da mitigação a um cenário mais de controle

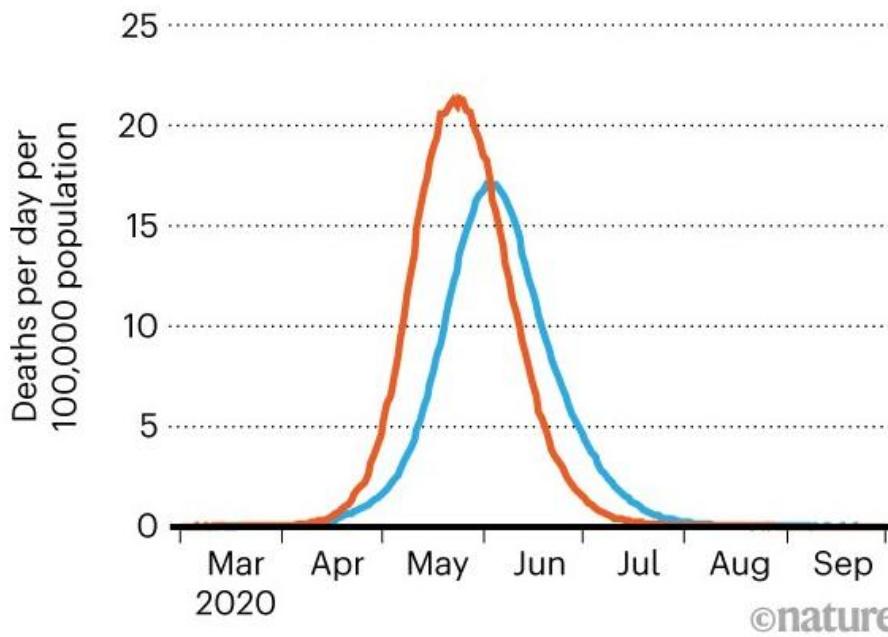
A estratégia do governo britânico contra o coronavírus baseava-se na "mitigação" da pandemia e na "imunização de rebanho", ou infecção de grande parte da população, que na teoria desenvolveria imunidade coletiva com o objetivo de proteger todos os cidadãos.

Exemplos de SBA

SIMULATION SHOCK

A model by Imperial College London in mid-March predicted a total of more than 500,000 UK deaths from COVID-19, and more than 2.2 million in the United States if no action was taken to stop the virus spreading in those countries.

— United Kingdom — United States



©nature

nature

[View all journals](#)

[Explore content](#) ▾

[Journal information](#) ▾

[Publish with us](#) ▾

[Subscribe](#)

[Sign up for updates](#)

[nature](#) > [news feature](#) > [article](#)

NEWS FEATURE · 02 APRIL 2020 · CORRECTION 03 APRIL 2020

Special report: The simulations driving the world's response to COVID-19

How epidemiologists rushed to model the coronavirus pandemic.

David Adam

Which model to choose?

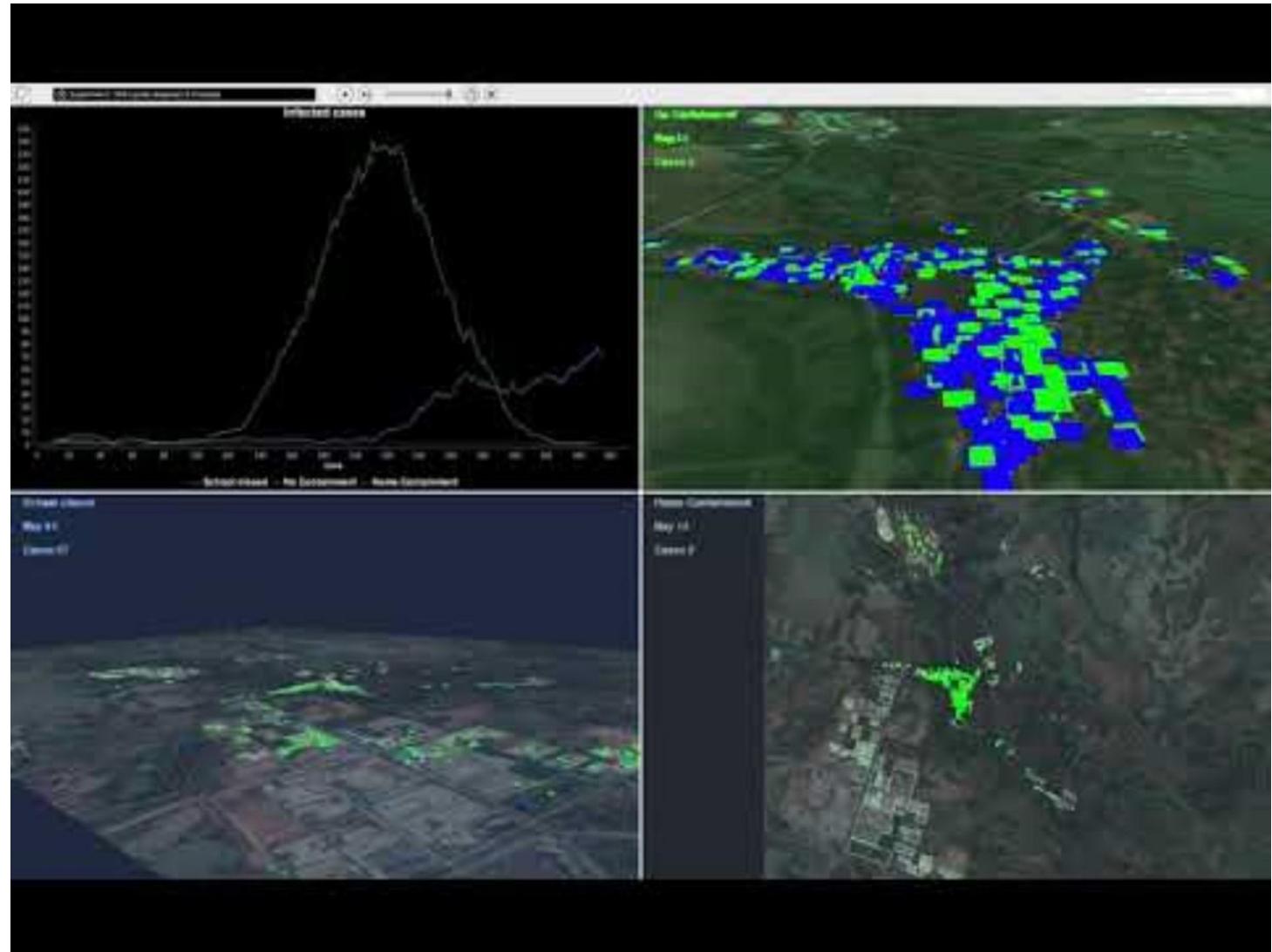
The Imperial team has used both **agent-based** and equation-based models in this pandemic. The 16 March simulations that the team ran to inform the UK government's COVID-19 response used an **agent-based** model built in 2005 to see what would happen in Thailand if H5N1 avian flu mutated to a version that could spread easily between people³. (In 2006, the same model was used to study how the United Kingdom and the United States might mitigate the impact of a lethal flu pandemic⁴.) Ferguson told *Nature* in 2005 that collecting

<https://www.nature.com/articles/d41586-020-01003-6>

Exemplos de SBA

Propagação de Covid-19

Obs.: não é o modelo do Imperial College London



<https://www.youtube.com/watch?v=4AxIPHSZZkQ>

Diferencial de SBA

Foco nos **indivíduos** (agentes)

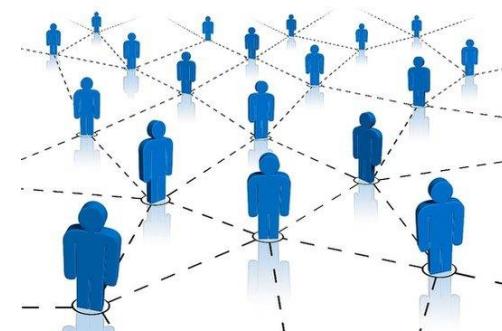
Heterogeneidade dos indivíduos afeta o sistema

- Características e comportamentos diferentes



Interações entre os indivíduos afetam o sistema

- Sujeitas (ou não) à restrições espaciais/topológicas



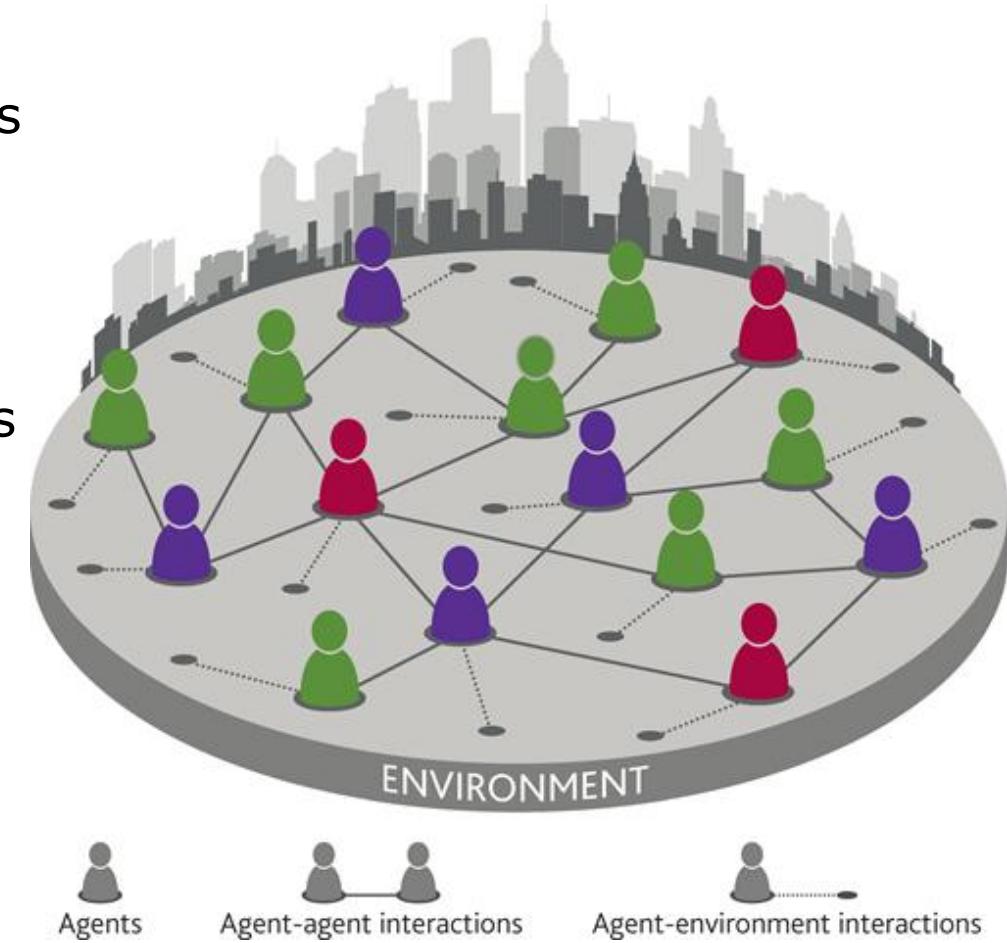
Permite incorporar **técnicas de IA** nos agentes

- Comportamento inteligente (aprendizagem, redes neurais, etc)



■ Elementos de uma SBA

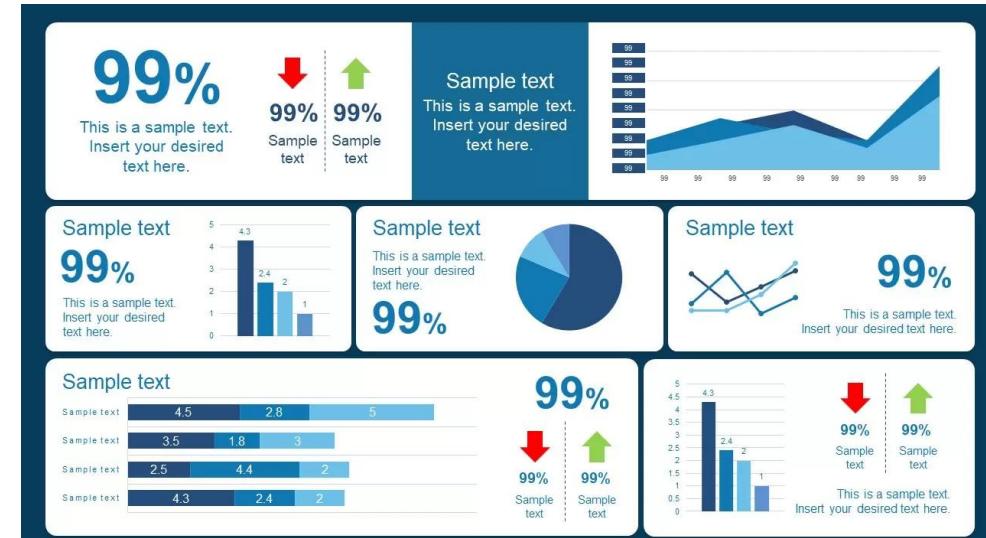
- **Agentes**
 - Entidades autônomas e heterogêneas
 - Tomam decisões e atuam conforme seus objetivos
 - Podem adotar técnicas de Inteligência Artificial
- **Ambiente**
 - Espaço (paisagem) onde os agentes estão situados
 - Engloba as outras entidades não autônomas
 - (ex: objetos, casas, ruas, árvores, ...)
- **Interações**
 - Contatos e relações:
 - Agente – agente
 - Agente - ambiente



<https://www.bankofengland.co.uk/quarterly-bulletin/2016/q4/agent-based-models-understanding-the-economy-from-the-bottom-up>

■ Elementos de uma SBA

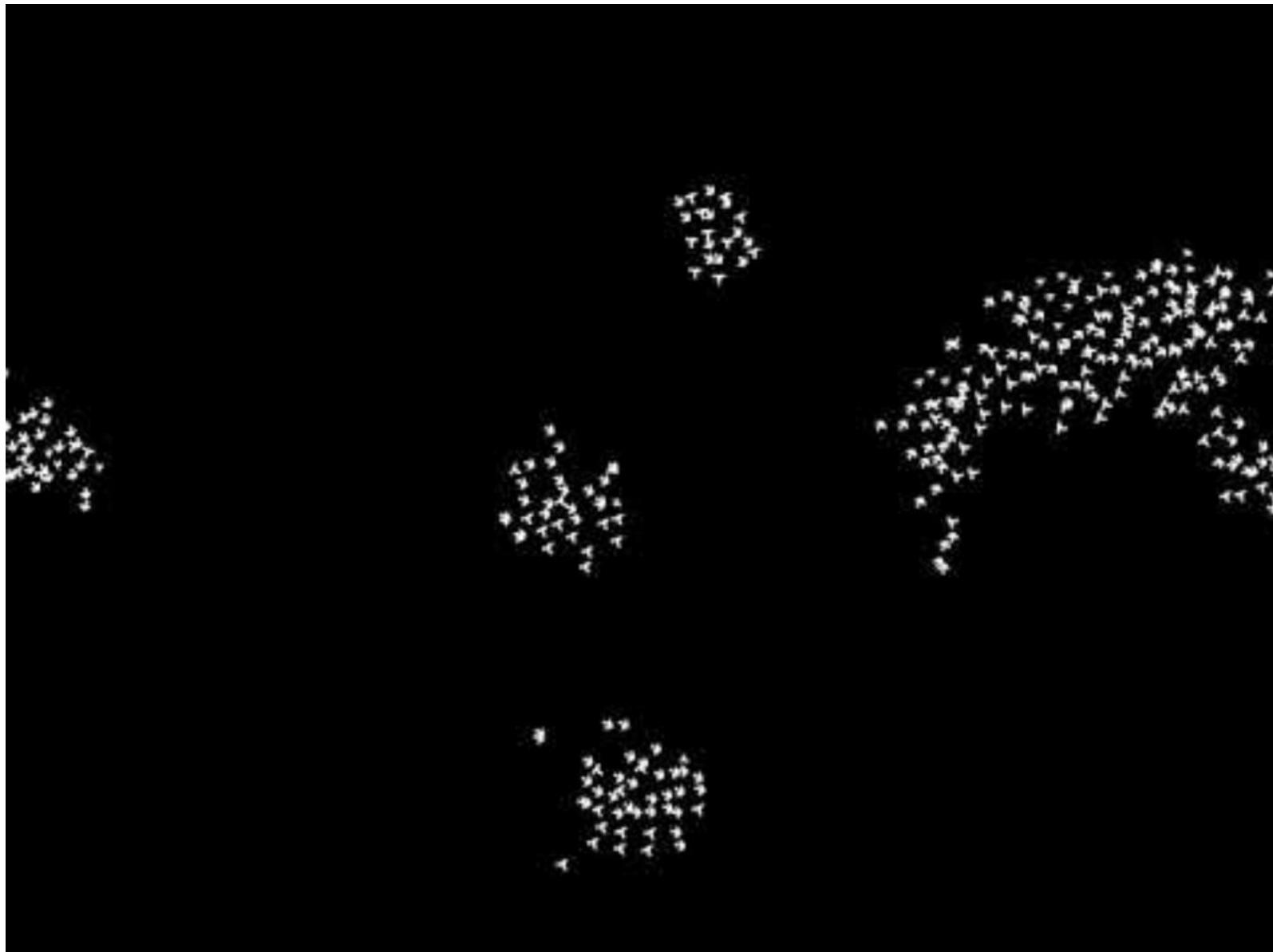
- Representação do **tempo**
 - **Discreto**: o tempo é discretizado em “passos”
 - Convenciona-se qual extensão temporal é representada por um passo. Ex: segundo, minuto, dia, semana...
 - **Contínuo**: o tempo é contínuo
 - Agentes atuam de forma assíncrona
- **Saídas**
 - Dados coletados para analisar a simulação



<https://www.free-power-point-templates.com/articles/best-dashboard-templates-for-powerpoint-presentations/>

Visões em uma SBA

- **MICRO**
 - Permite analisar o que ocorre em nível de agentes e entidades
- **MACRO**
 - Permite analisar o que ocorre em nível de sistema
 - **Fenômenos emergentes**



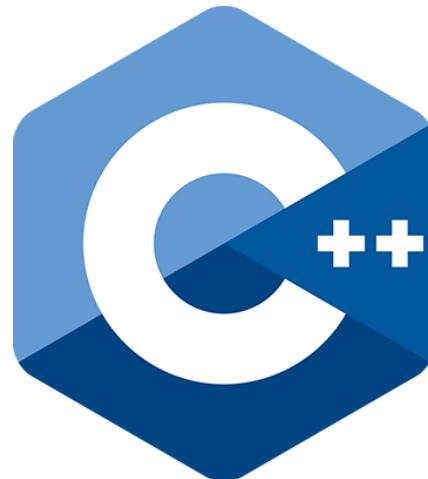
Simulação Baseada em Agentes

[com]

1. O que é, exemplos, e elementos
2. **Como desenvolver**
3. Trabalhos desenvolvidos no grupo de pesquisa
4. Oportunidades de pesquisa e extensão

Como desenvolver SBA

- Usando **linguagens de propósito geral**
 - São amplamente conhecidas por desenvolvedores
 - Agentes, ambientes, e interações devem ser desenvolvidos “do zero”

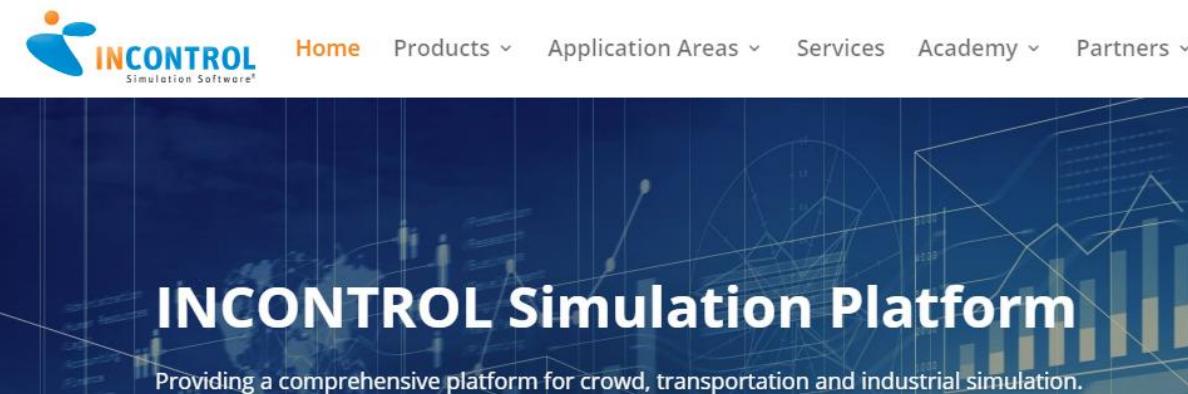


Como desenvolver SBA

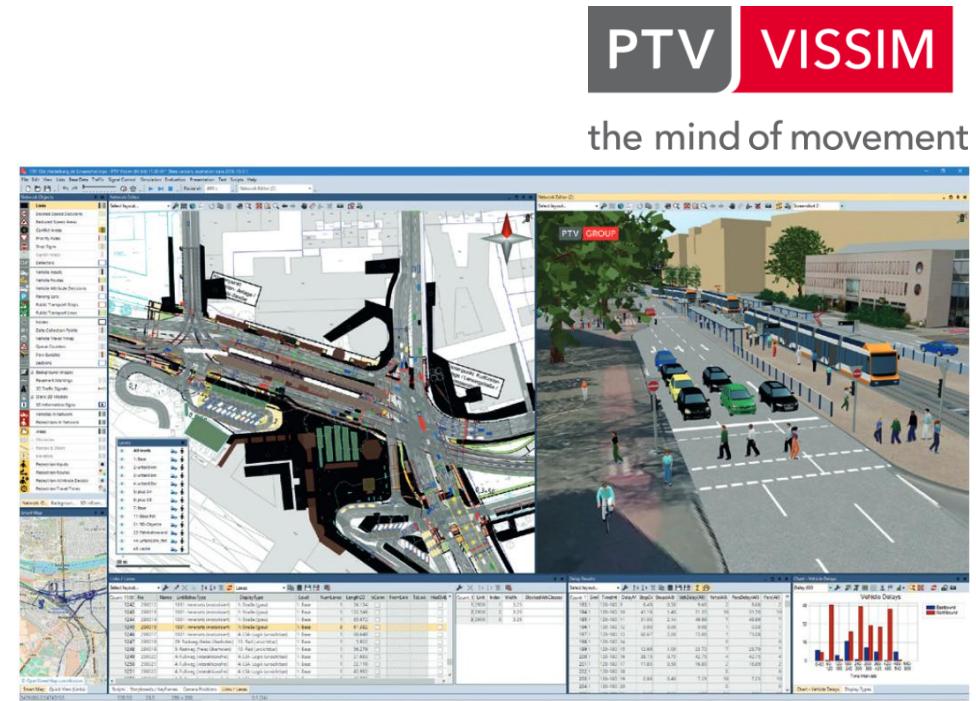
- Usando **ferramentas específicas/profissionais**
 - Oferecem muitos modelos e comportamentos predefinidos
 - Domínios específicos



<http://www.massivesoftware.com>



<https://www.incontrolsim.com>



<https://www.ptvgroup.com/en/solutions/products/ptv-vissim/>

Como desenvolver SBA?

- Usando **ferramentas específicas, mas genéricas**
 - Abstraem elementos gerais de simulações (agentes, ambiente, interações)
 - Algumas oferecem linguagem de programação própria



ccl.northwestern.edu/netlogo



repast.github.io



www.swarm.org



gama-platform.github.io

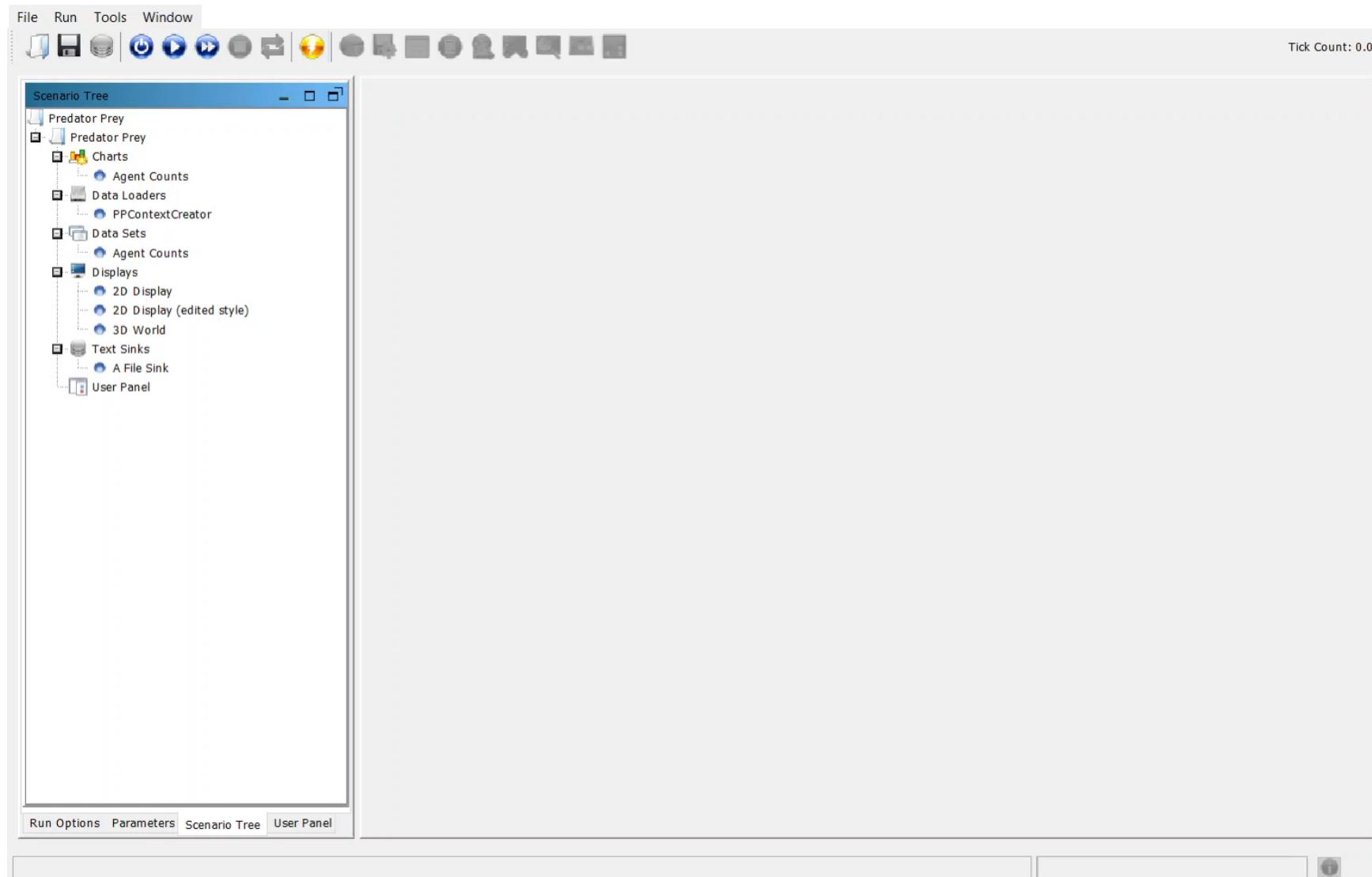
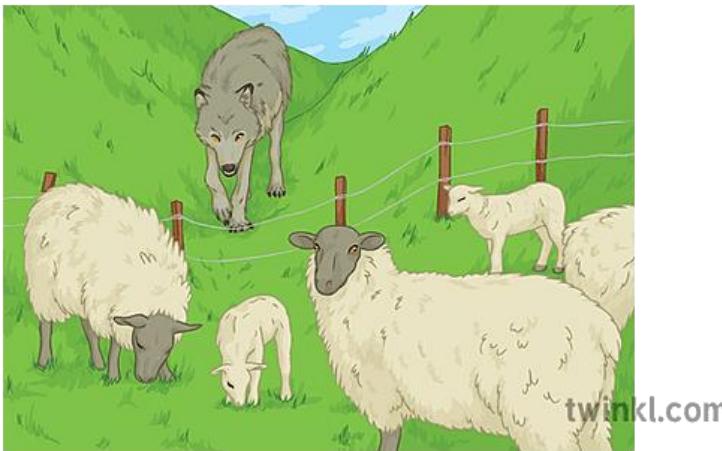
M A S O N

cs.gmu.edu/~eclab/projects/mason

Repast: exemplo

Predador/Presa

- Ovelhas
- Grama
- Lobos



Screenshot of the Repast Scenario Tree interface. The window title is "Scenario Tree". The menu bar includes File, Run, Tools, and Window. The toolbar contains various icons for file operations and simulation control. The main area is titled "Predator Prey" and contains a tree view of the scenario components:

- Predator Prey
 - Charts
 - Agent Counts
 - Data Loaders
 - PPContextCreator
 - Data Sets
 - Agent Counts
 - Displays
 - 2D Display
 - 2D Display (edited style)
 - 3D World
 - Text Sinks
 - A File Sink
 - User Panel

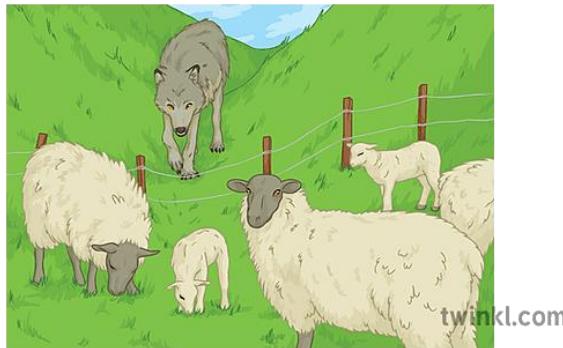
The status bar at the bottom shows "Run Options Parameters Scenario Tree User Panel" and "Tick Count: 0.0".

Repast: exemplo



Predador/Presa

- Ovelhas
 - Grama
 - Lobos



```
Wolf.java ✘

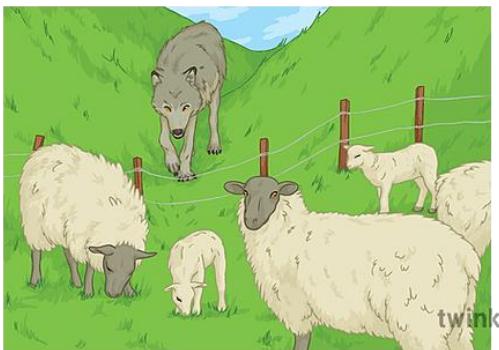
11  /**
12  * The wolf agent.
13 *
14 * @author Eric Tatara
15 */
16
17 public class Wolf extends SimpleAgent {
18
19     // This constructor is used to create an offspring
20+    public Wolf (double energy){..}
21
22
23     // This constructor is used to create initial wolves from the context creator
24+    public Wolf(){..}
25
26
27     @Override
28     public void step() {
29         // Get the context in which the wolf resides.
30         Context context = ContextUtils.getContext(this);
31
32         // Move the wolf
33         move();
34
35         // Reduce the wolf's energy by one unit
36         this.setEnergy(this.getEnergy() - 1);
37
38         // Catch sheep
39         // Get the patch grid from the context
40         Grid patch = (Grid) context.getProjection("SimplePatch");
41
42         // Get the wolf's current patch
43         GridPoint point = patch.getLocation(this);
44
45         // Move the wolf
46         move();
47
48         // Reduce the wolf's energy by one unit
49         this.setEnergy(this.getEnergy() - 1);
50
51         // Catch sheep
52         // Get the patch grid from the context
53         Grid patch = (Grid) context.getProjection("SimplePatch");
54
55         // Get the wolf's current patch
56         GridPoint point = patch.getLocation(this);
57
58         // Move the wolf
59         move();
60
61         // Find sheep at the patch and eat it if one exists
62         Sheep sheep = null;
63         for (Object o: patch.getObjectsAt(x,y)){
64             if (o instanceof Sheep)
65                 sheep = (Sheep)o;
66         }
67         // If there is a sheep on the patch then eat it
68         if (sheep != null){
69             sheep.die();          // kill the sheep
70             this.setEnergy(this.getEnergy() + gain); // increase energy
71         }
72
73         // Reproduce the wolf
74         // Get the reproduction rate from the user parameters
75         double rate = (Double)p.getValue("wolfreproduce");
```

GAMA: exemplo



Predador/Presa

- Ovelhas
- Grama
- Lobos



Gama_Workspace - Modeling/Model Coupling/Co-PreyPredator/Prey Predator.gaml - Gama

File Edit Search Views Support

Workbench Auto-Save Background Job

Model Outline

Attributes

- Attribute shape (geometry)
- Attribute percept_radius (float)
- Attribute preyinit (int)
- Attribute predatorinit (int)
- Attribute IstPredator (list)
- Attribute IstPrey (list)
- Init_internal_init7

Species generic_species

- Attributes
- Reflex live_with_my_goal

Species prey

- Attributes
- Reflex fleeing

Model Navigation

Prey Predator.gaml X

Prey Predator Exp

```
27 species generic_species skills: [moving]
28 {
29   i This definition of speed supersedes the one in skill moving
30   float speed <- 1.0;
31   point goal;
32   bool is_chased <- false;
33   reflex live_with_my_goal
34   {
35     if (goal != nil)
36     {
37       do wander speed: speed;
38       do goto target: goal speed: speed;
39     } else
40     {
41       do wander speed: speed;
42     }
43   }
44 }
45
46 }

48 species prey parent: generic_species
49 {
50   i This definition of shape supersedes the one in built-in species agent
51   geometry shape <- circle(0.5);
52   i This definition of speed supersedes the one in generic_species
53   float speed <- 0.2;
54   rgb color <- # green;
55   reflex fleeing
56   {
57     if (length((lstPredator where (each != nil and !dead(each) and each d
58     {
59       speed <- 1.0;
60       is_chased <- true;
61       color <- # lime;
62       if (goal = nil)
63       {
64         agent a <- any(((lstPrey where (each != nil and !dead(each) and
65         if (a != nil and !dead(a))
```

Validation X

Interactive console

0 errors, 1 warning, 1.798 others

Description

Warnings (1 item)

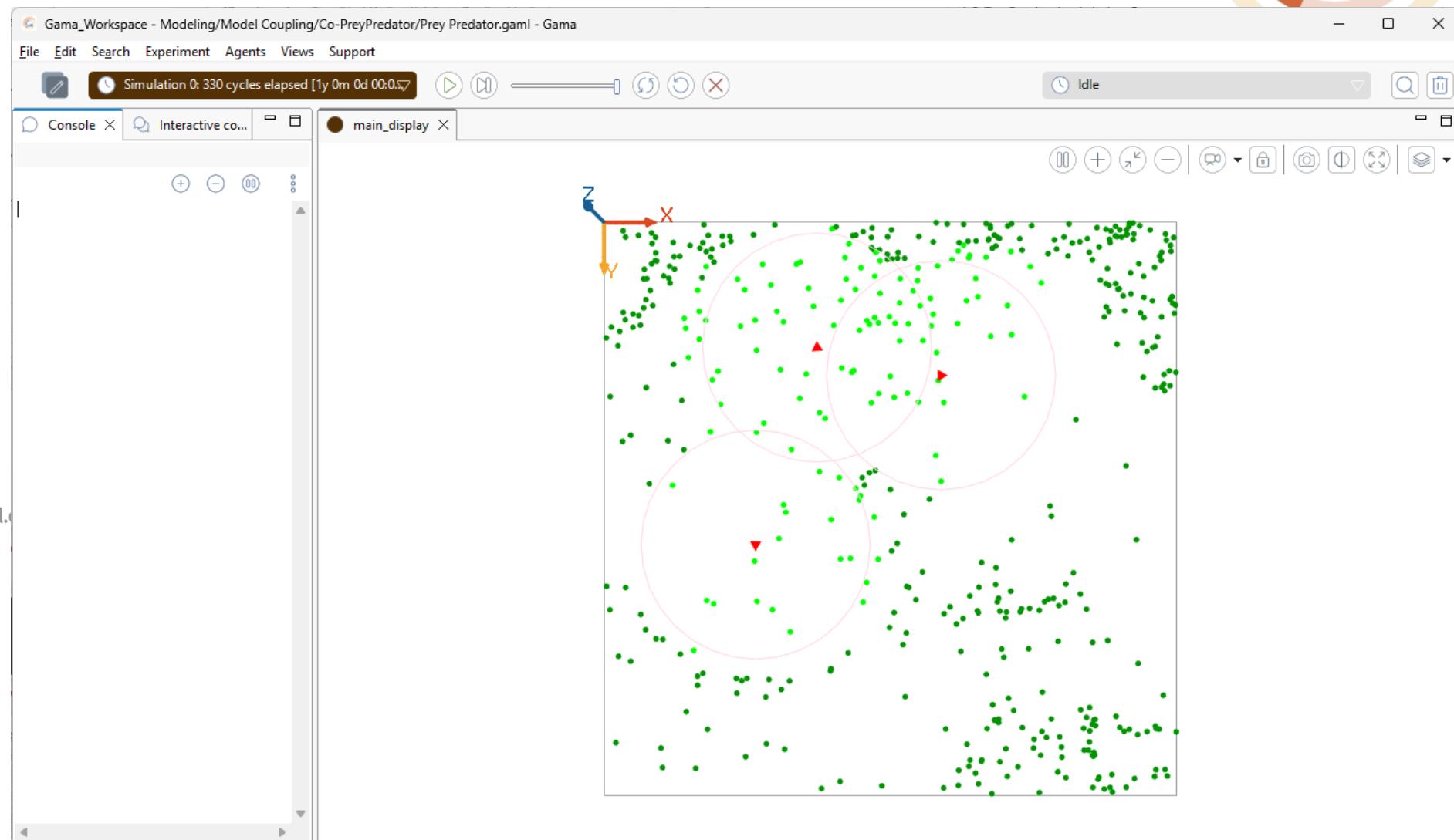
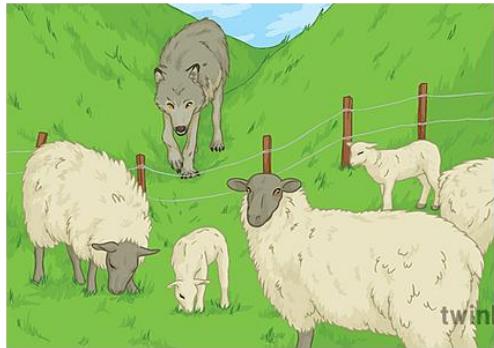
Infos (1798 items)

GAMA: exemplo



Predador/Presa

- Ovelhas
- Grama
- Lobos

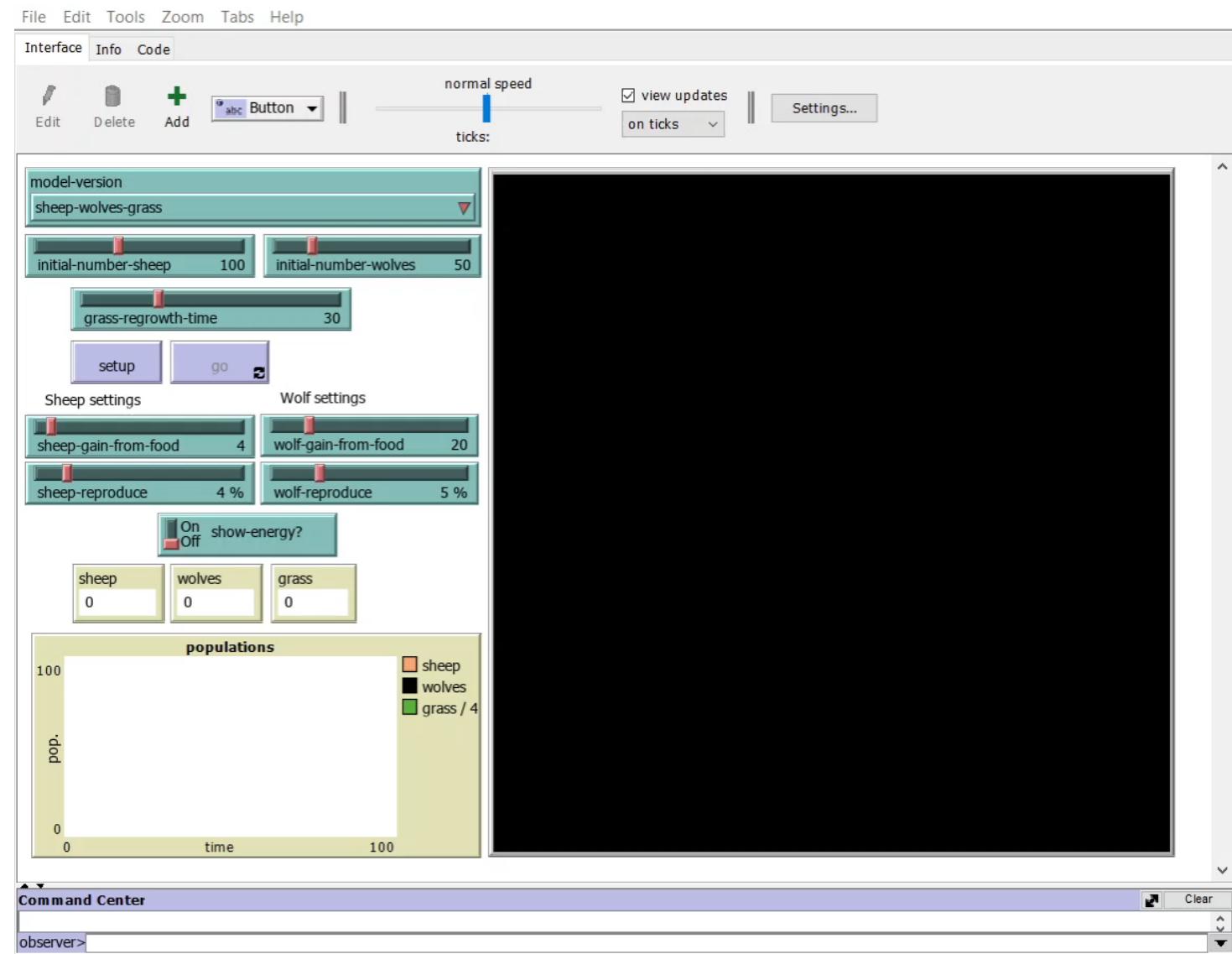
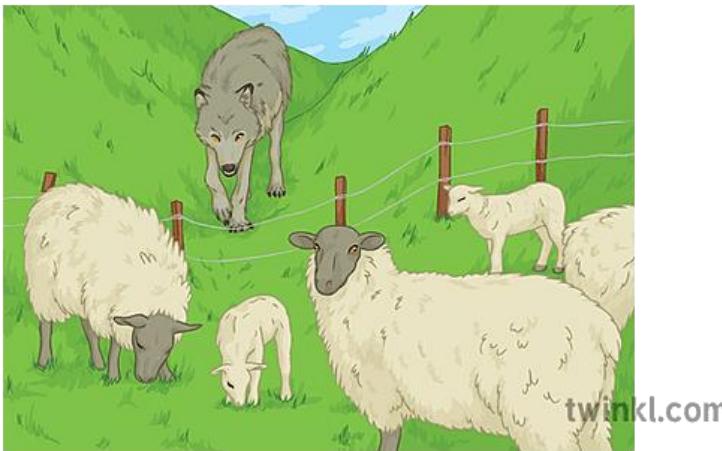




NetLogo: exemplo

Predador/Presa

- Ovelhas
- Grama
- Lobos

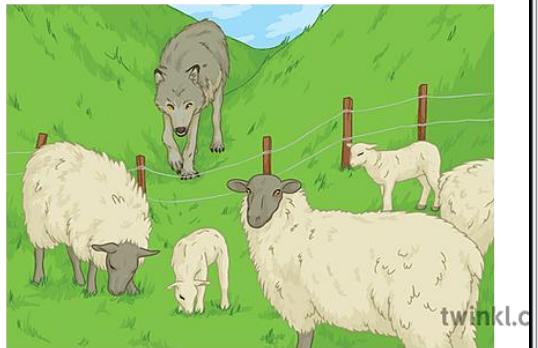




NetLogo: exemplo

Predador/Presa

- Ovelhas
- Grama
- Lobos



▶ Wolf Sheep Predation - NetLogo

```

File Edit Tools Zoom Tabs Help
Interface Info Code
Find... Check Procedures▼ Indent automatically

globals [ max-sheep ] ; don't let the sheep population grow too large
breed [ sheep a-sheep ] ; sheep is its own plural, so we use a different name
breed [ wolves wolf ]

turtles-own [ energy ] ; both wolves and sheep have energy
patches-own [ countdown ] ; this is for the sheep-wolves-grass model

to setup
  clear-all
  ifelse netlogo-web? [ set max-sheep 10000 ] [ set max-sheep 100 ]
  ; Check model-version switch
  ; if we're not modeling grass, then the sheep don't need to eat grass
  ; otherwise each grass' state of growth and growing logic
  ifelse model-version = "sheep-wolves-grass" [
    ask patches [
      set pcolor one-of [ green brown ]
      ifelse pcolor = green
        [ set countdown grass-regrowth-time ]
        [ set countdown random grass-regrowth-time ] ; initialize countdown
    ]
  ]
  ask wolves [
    move
    set energy energy - 1 ; wolves lose energy as they move
    eat-sheep ; wolves eat a sheep on their patch
    death ; wolves die if they run out of energy
    reproduce-wolves ; wolves reproduce at a random rate governed by a slider
  ]
  if model-version = "sheep-wolves-grass" [ ask patches [ grow-grass ] ]
  tick
  display-labels
end

```

▶ Wolf Sheep Predation - NetLogo

```

File Edit Tools Zoom Tabs Help
Interface Info Code
Find... Check Procedures▼ Indent automatically

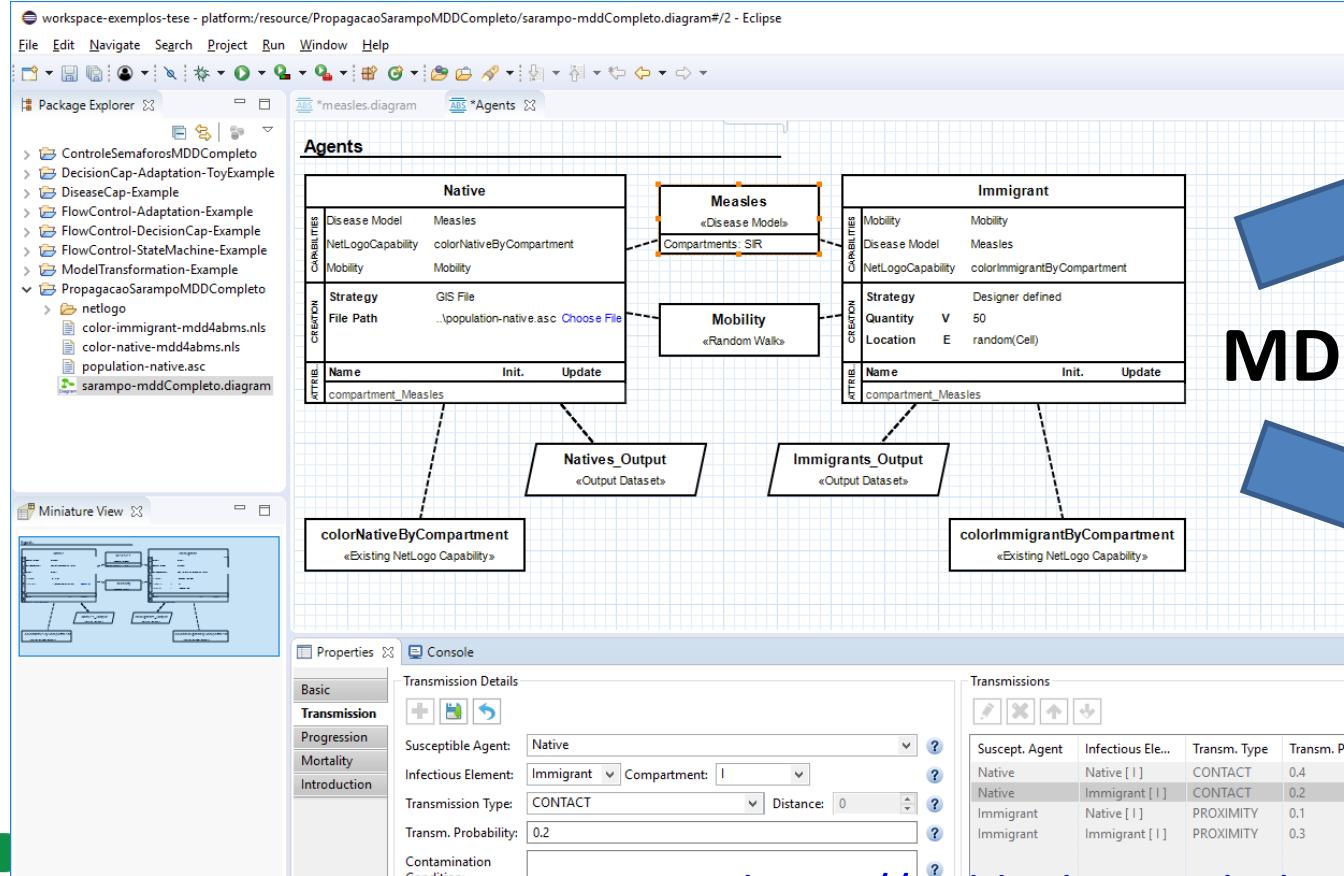
to go
  ; stop the model if there are no wolves and no sheep
  if not any? turtles [ stop ]
  ; stop the model if there are no wolves and the number of sheep gets very low
  if not any? wolves and count sheep > max-sheep [ user-message "The sheep population has reached a maximum of " & string max-sheep ]
  ask sheep [
    move
    ; in this version, sheep eat grass, grass grows, and it costs sheep energy to eat
    if model-version = "sheep-wolves-grass" [
      set energy energy - 1 ; deduct energy for sheep only if running sheep eat grass
      eat-grass ; sheep eat grass only if running the sheep-wolves-grass model
      death ; sheep die from starvation only if running the sheep-wolves-grass model
    ]
    reproduce-sheep ; sheep reproduce at a random rate governed by a slider
  ]
  ask wolves [
    move
    set energy energy - 1 ; wolves lose energy as they move
    eat-sheep ; wolves eat a sheep on their patch
    death ; wolves die if they run out of energy
    reproduce-wolves ; wolves reproduce at a random rate governed by a slider
  ]
  if model-version = "sheep-wolves-grass" [ ask patches [ grow-grass ] ]
  tick
  display-labels
end

```

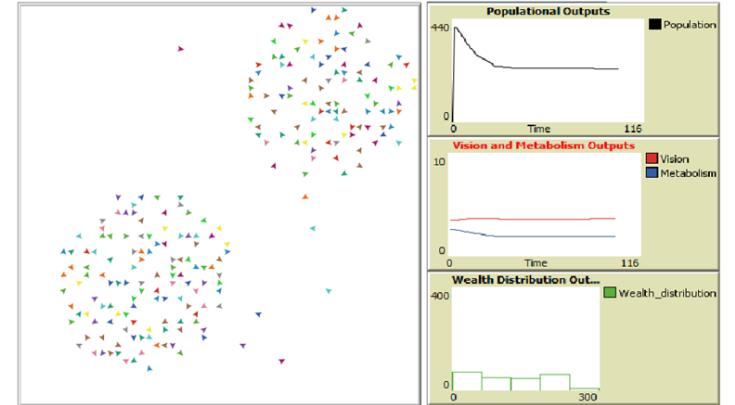
Como desenvolver SBA?

Usando **desenvolvimento dirigido a modelos** (*model-driven development*)

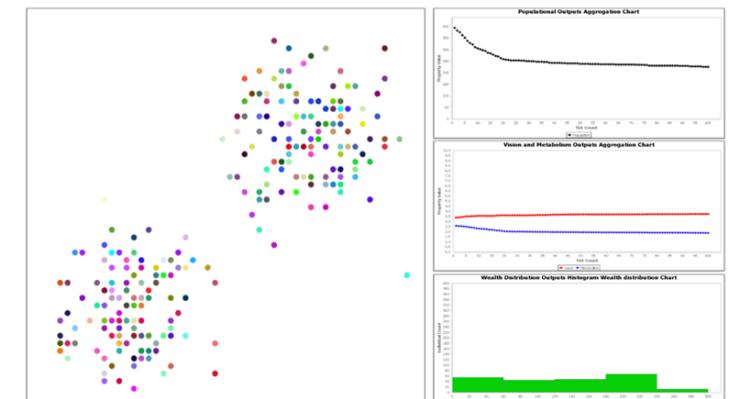
- Geração de código a partir do **modelo** do sistema: produtividade



MDD4ABMS



Simulação gerada para NetLogo



Simulação gerada para Repast

<https://mdd4abms.github.io/>

Simulação Baseada em Agentes

[com]

1. O que é, exemplos, e elementos
2. Como desenvolver
- 3. Trabalhos desenvolvidos no grupo de pesquisa**
4. Oportunidades de pesquisa e extensão

SBA para avaliar evacuação

EvacImbuia - SBA evacuação



ALTO VALE

CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
DO ALTO VALE DO ITAJÁÍ



EvacImbuia - SBA evacuação

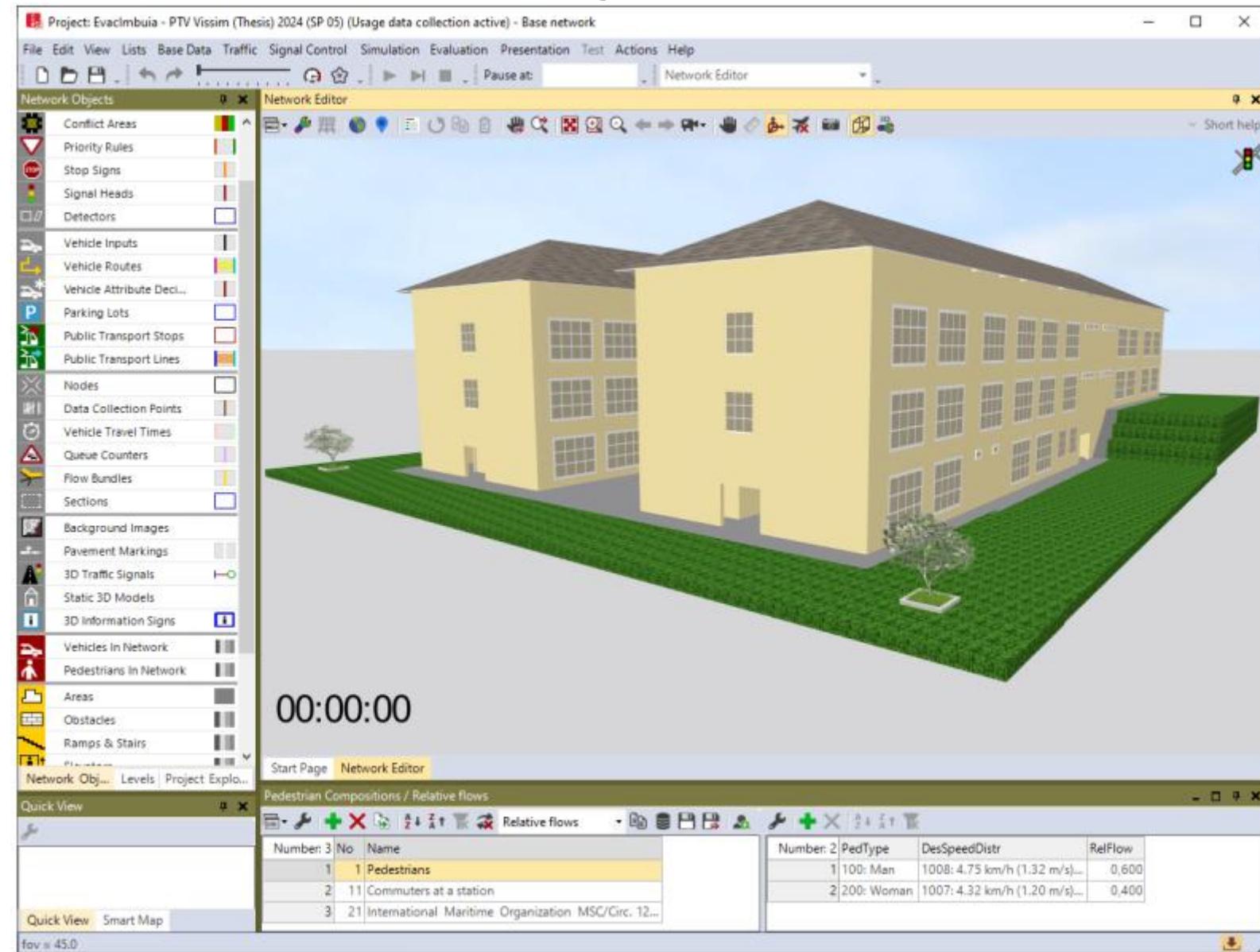
Fábio Frare

Trabalho de Conclusão de
Curso (2024)

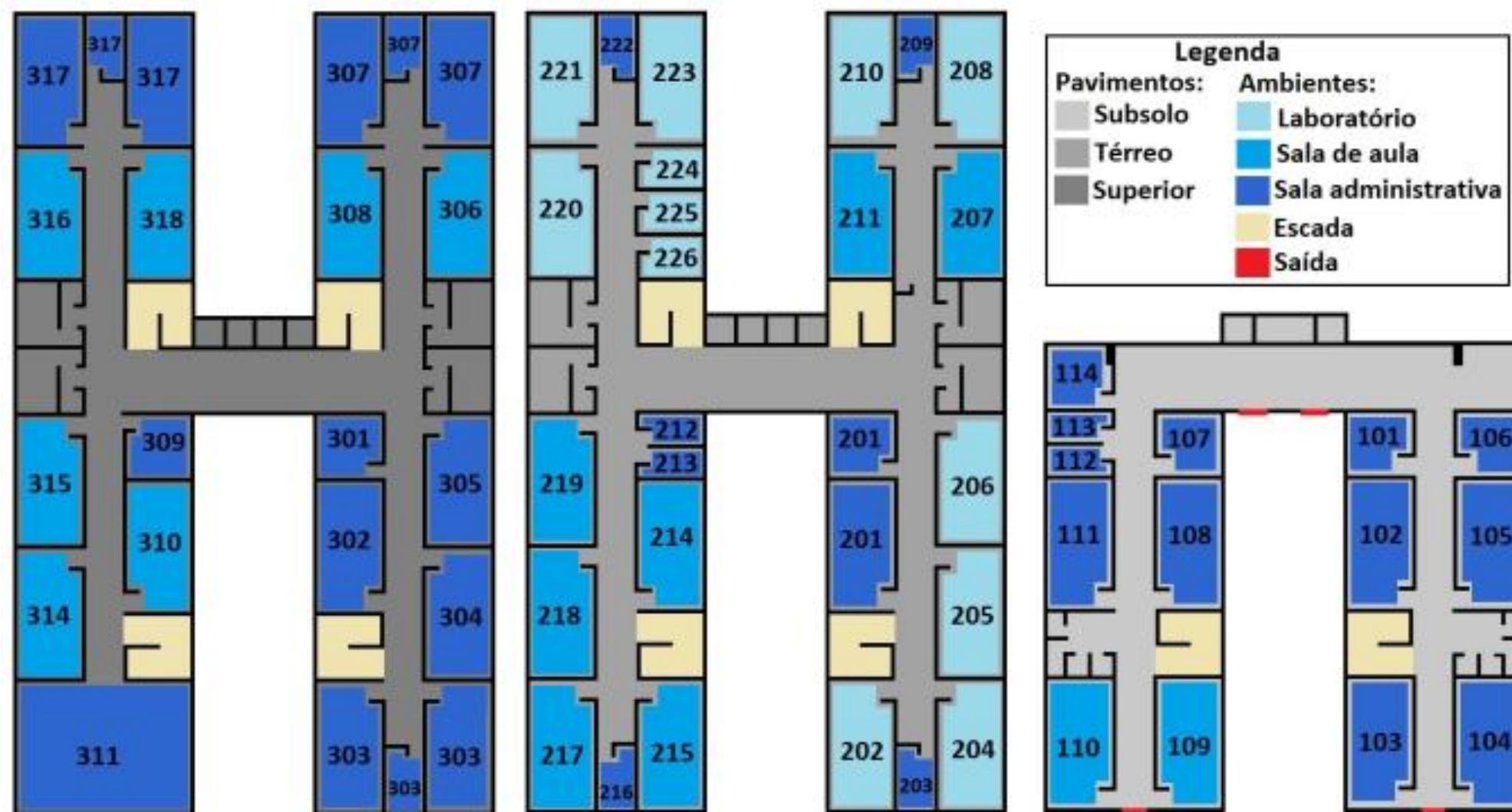
<https://repositorio.udesc.br/handle/UDESC/20615>

PTV Vissim

Pavimento	Área Construída		Lotação Máxima
	Total	Considerada	
Subsolo	1.022,30	507,12	339
Térreo	1.700,00	971,66	648
Superior	1.700,00	971,66	648
Total	4.422,30	2.450,44	1.635



EvacImbuia - Modelagem



Lotação estimada atual

508 pessoas

■ EvacImbuia - Modelagem



<https://www.youtube.com/watch?v=f-4qDQwbPzY>

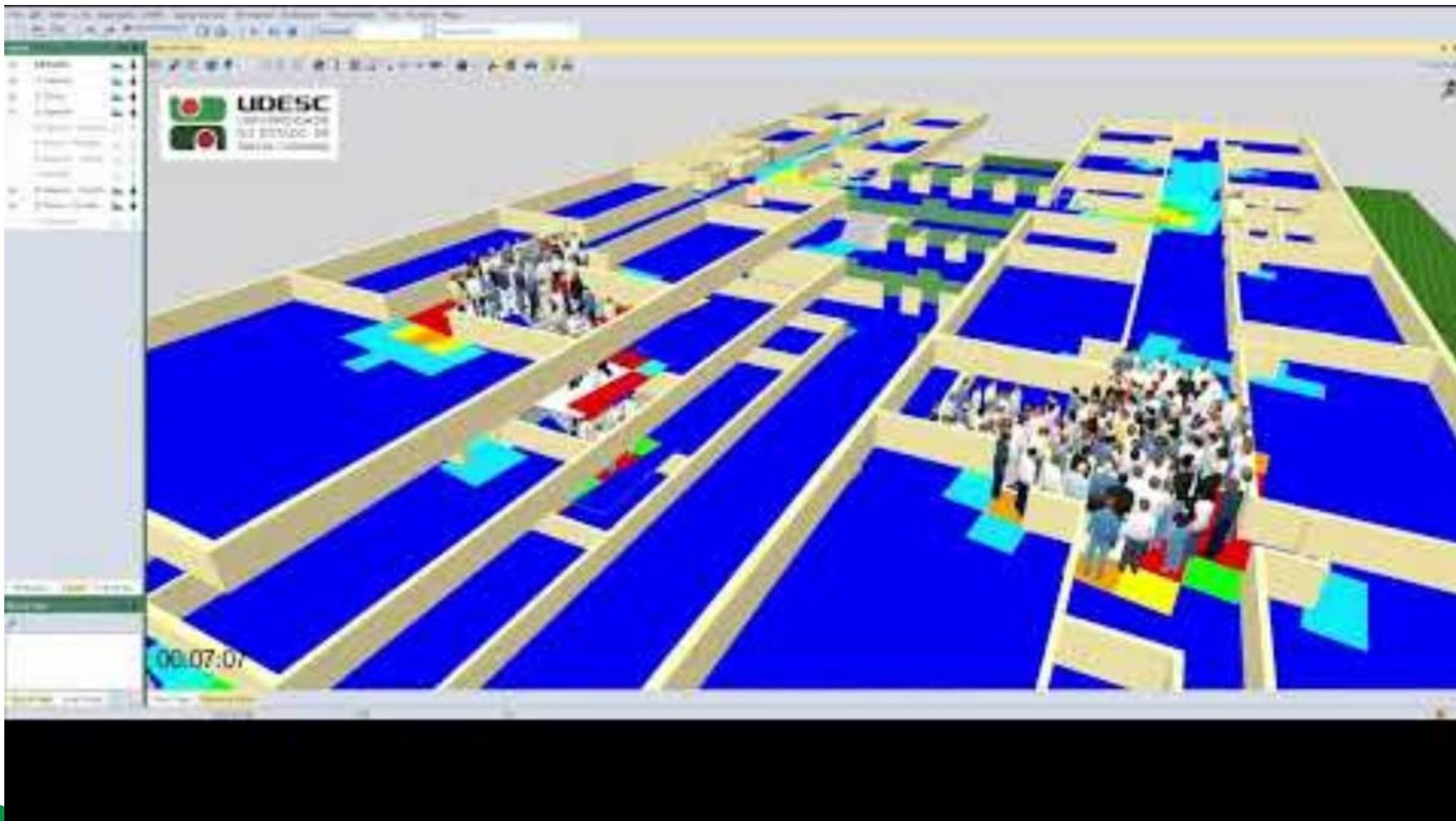
EvacImbuia - Resultados



Lotação
atual

508
pessoas

EvacImbuia - Resultados

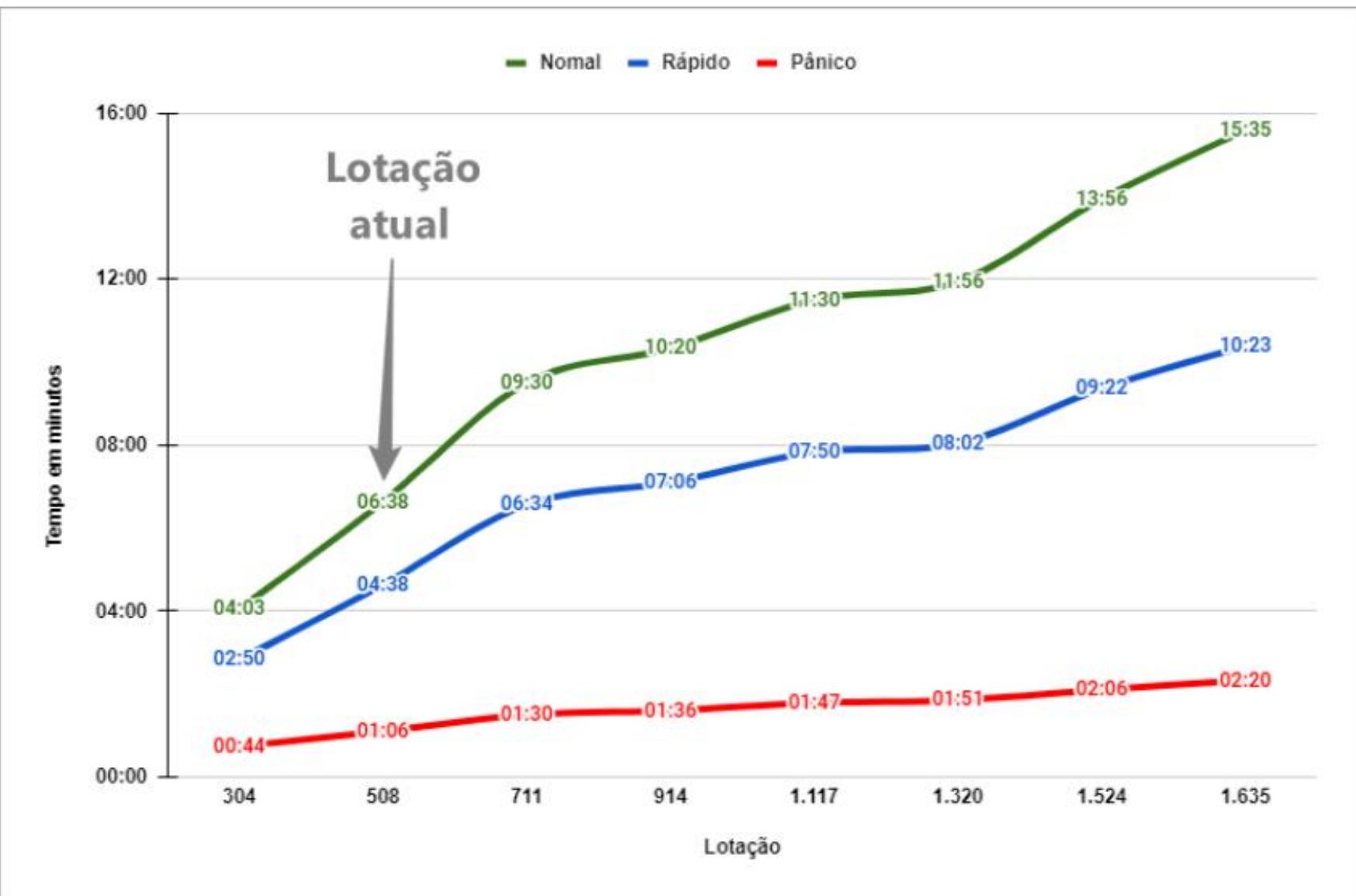


Lotação
máxima

1635
pessoas

EvacImbuia - Resultados

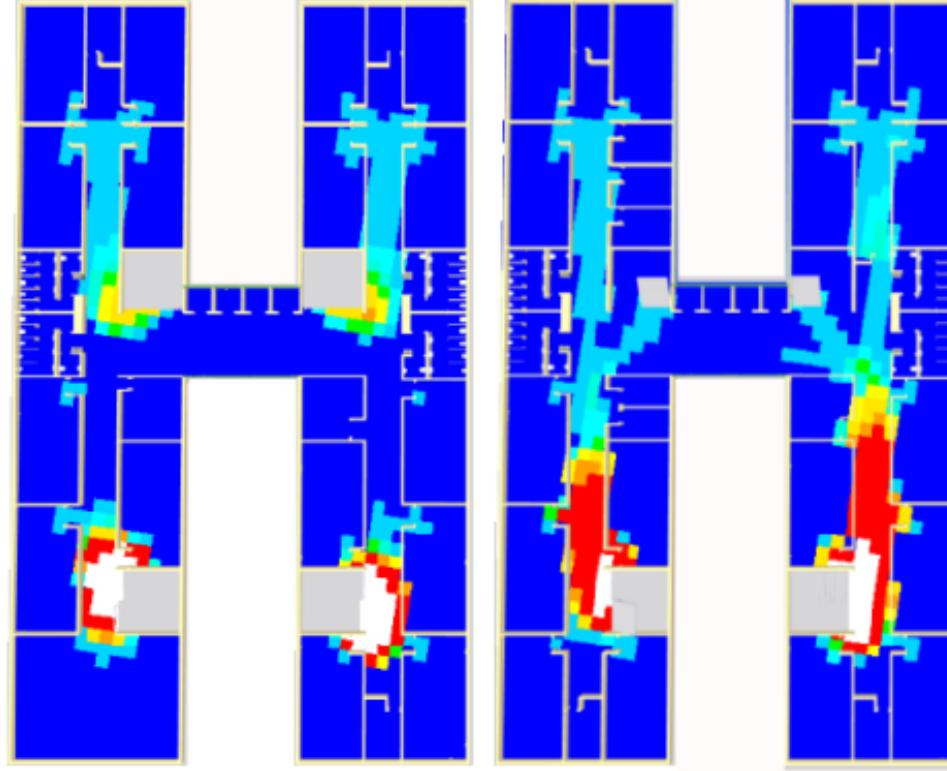
Descrição	Velocidade Média	
	km/h	m/s
Normal	4,32	1,20
Rápida	5,51	1,53
Pânico	12,00	3,33



EvacImbuia - Resultados

Avaliação de novas saídas do edifício

Arquitetura original

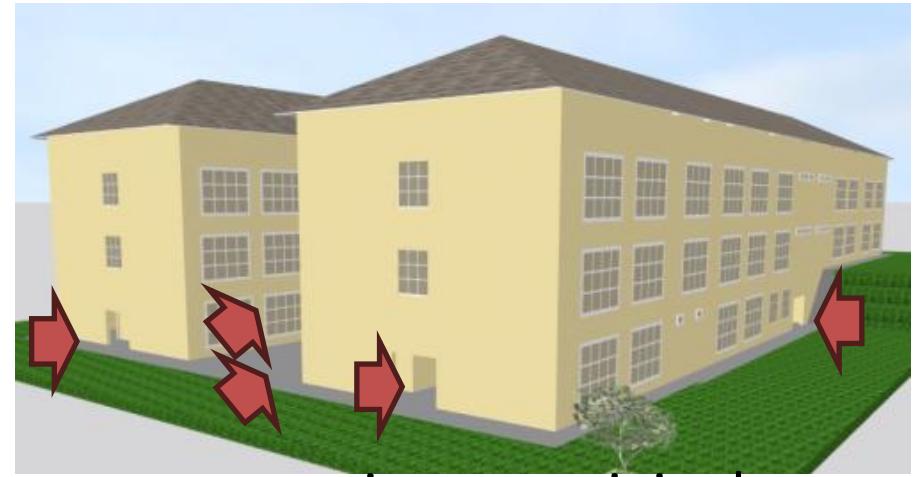


Legenda		
Límite Inferior	Límite Superior	Cor
Minimo	1,00	
1,00	3,00	Dark Blue
3,00	4,50	Cyan
4,50	6,00	Light Cyan
6,00	7,50	Yellow
7,50	10,00	Light Yellow
10,00	15,00	Orange
15,00	20,00	Red
20,00	50,00	Dark Red
Máximo		

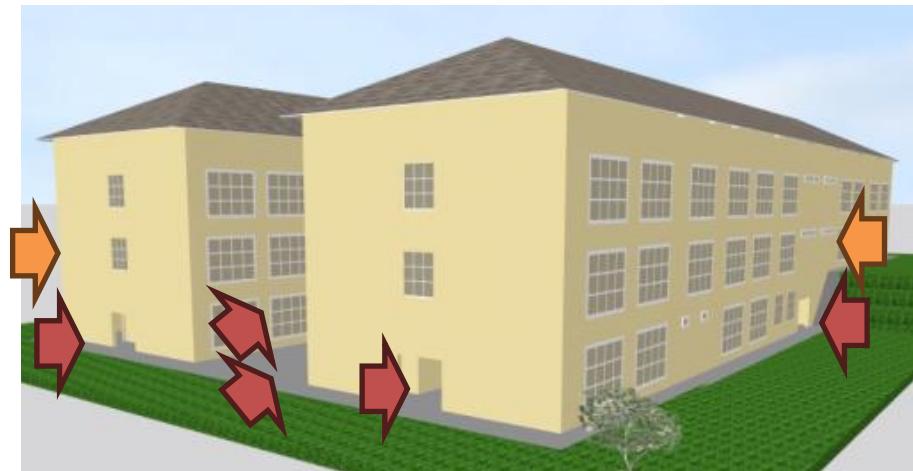
superior

terreo

subsolo



arquitetura original



arquitetura modificada

EvacImbuia - Resultados

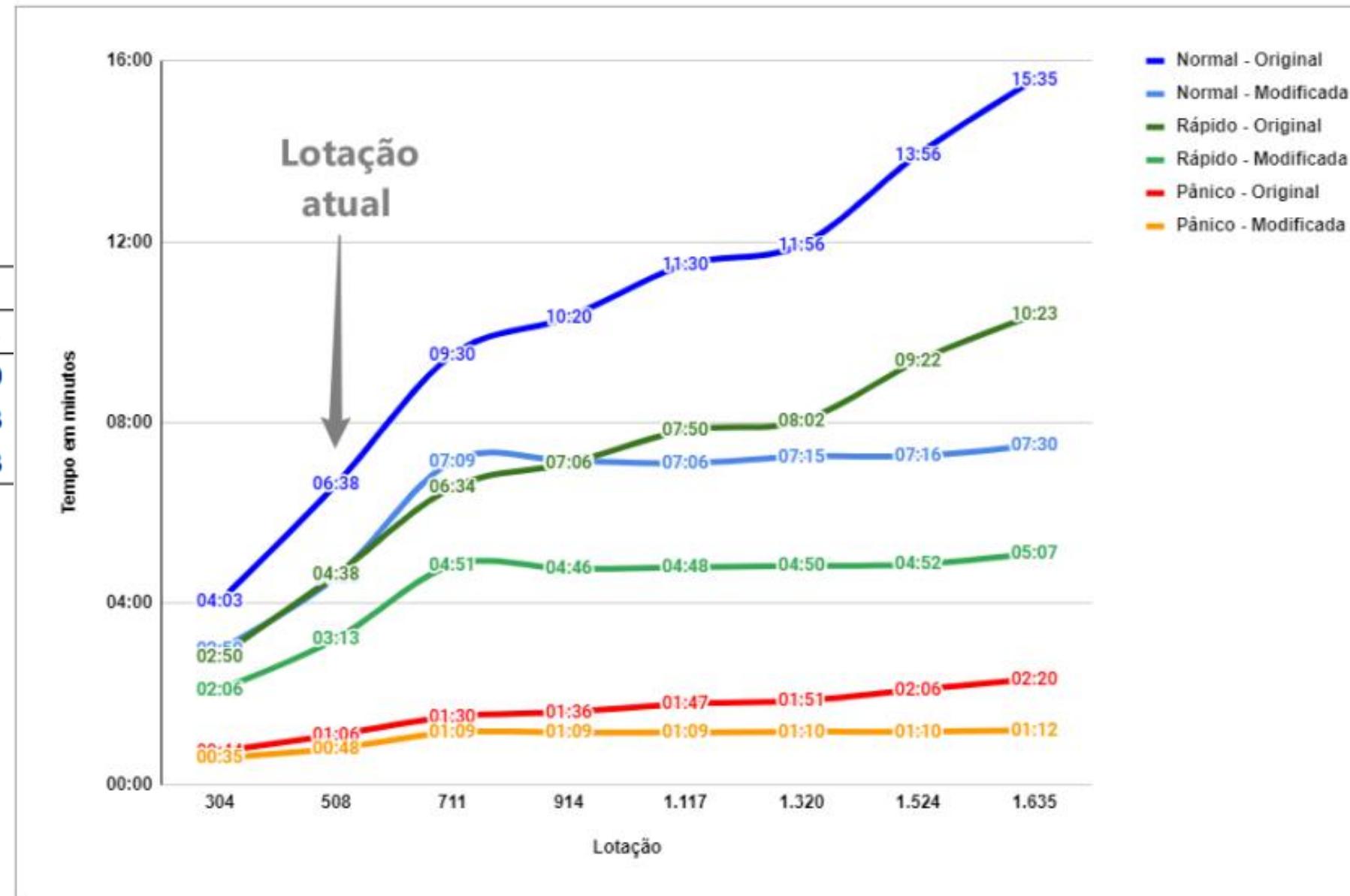


**Arquitetura
modificada**

Lotação
máxima:
1635
pessoas

EvacImbuia - Resultados

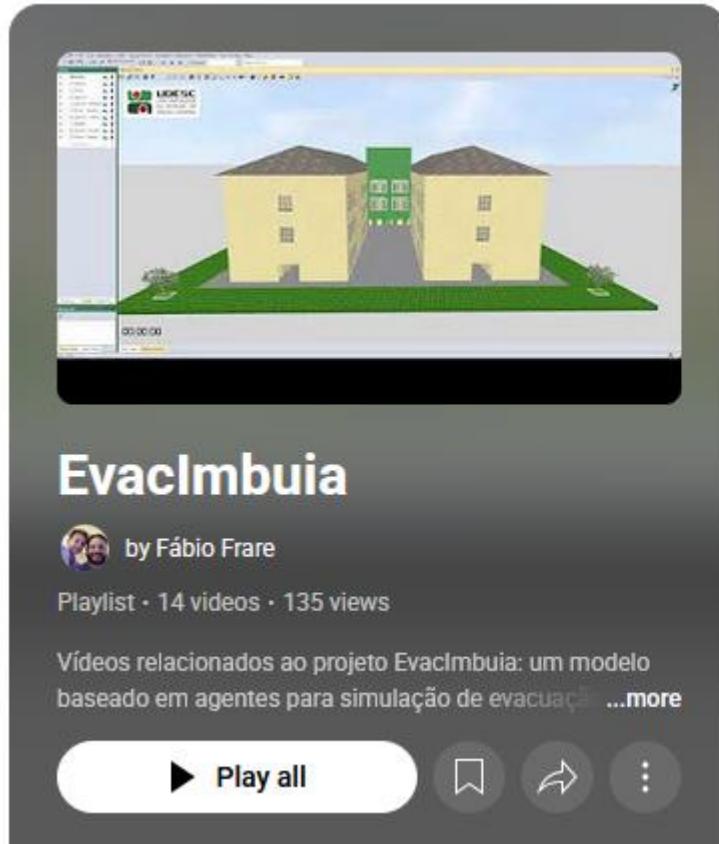
Descrição	Velocidade Média	
	km/h	m/s
Normal	4,32	1,20
Rápida	5,51	1,53
Pânico	12,00	3,33



EvacImbuia - Playlist

Playlist com diversos vídeos da EvacImbuia

<https://youtube.com/playlist?list=PLIrS6brPUgvKgLD8astiOBdpHreeIFfq>



Modelagem do Bloco Imbuia

Fábio Frare • 46 views • 1 year ago



02 - Simulação 5

Fábio Frare • 20 views • 1 year ago



03 - Simulação 11

Fábio Frare • 17 views • 1 year ago



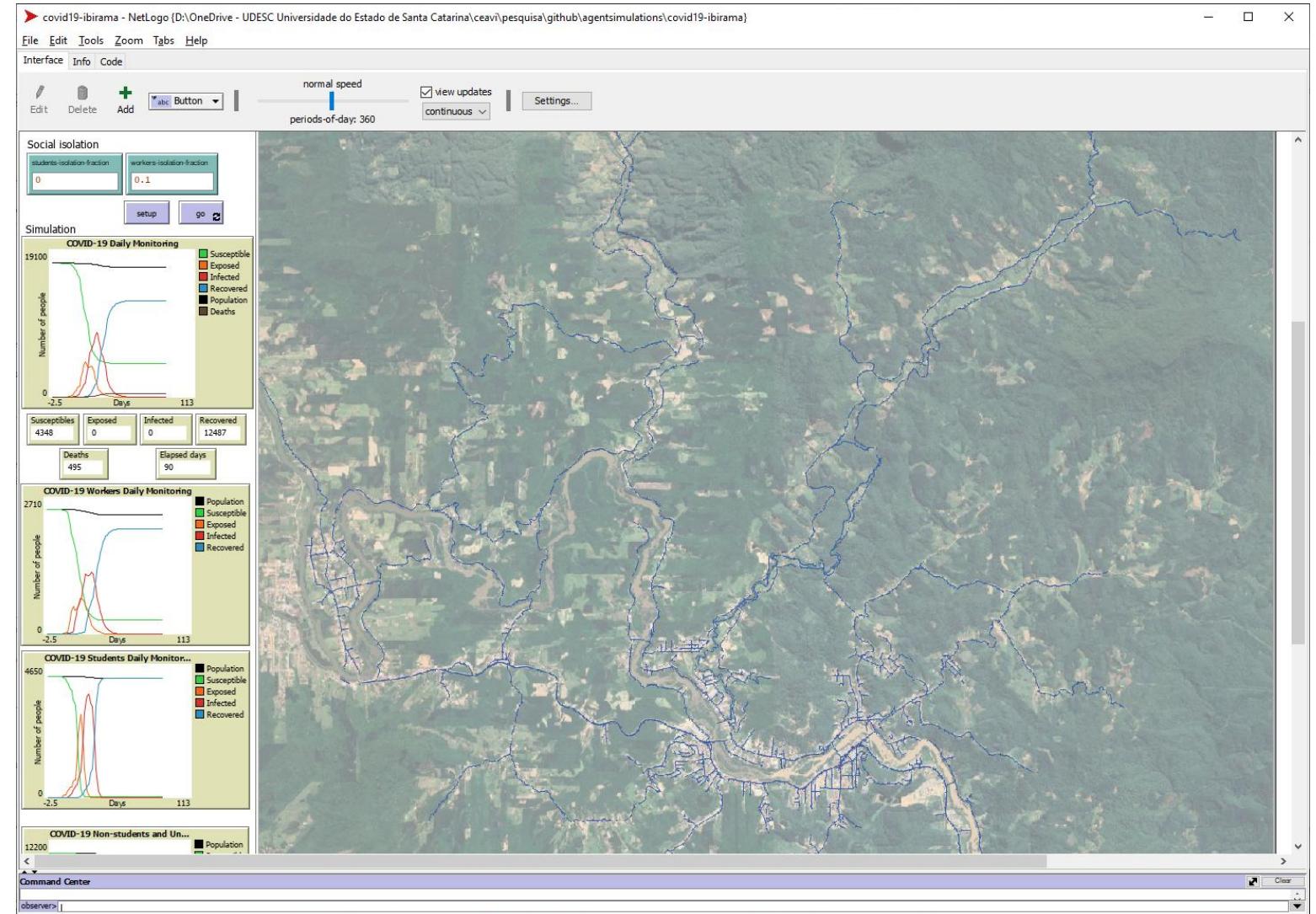
04 - Simulação 23

SBA para estudar propagação de Covid-19 em Ibirama

Simulação da Covid-19 em Ibirama/SC

Estudar a propagação de Covid-19 em diferentes cenários de isolamento social

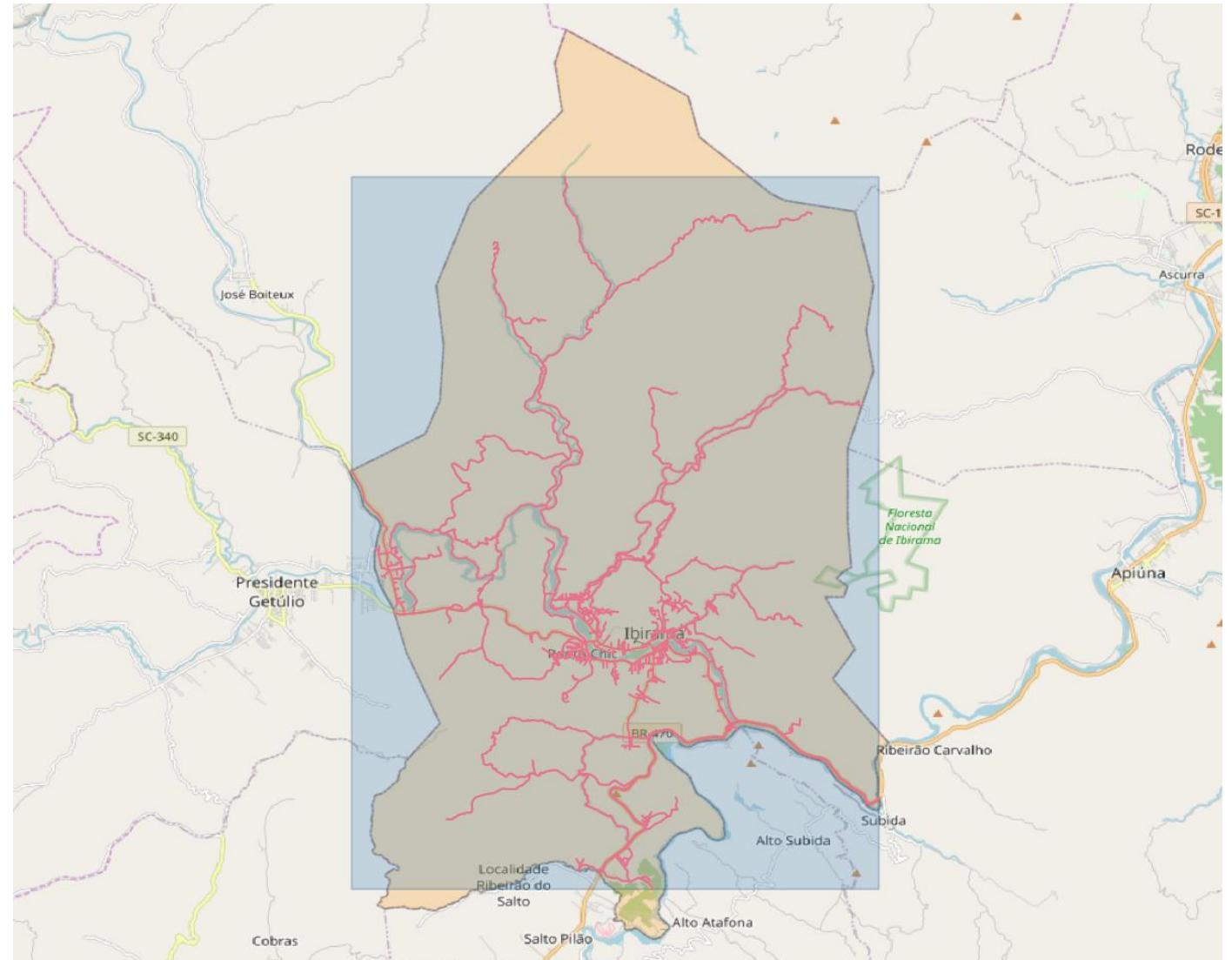
- Maio/2020
- NetLogo



Simulação da Covid-19 em Ibirama/SC

Dados territoriais e viários: **Open Street Map**

- **21.44km** de altura
- **14.36km** de largura



■ Simulação da Covid-19 em Ibirama/SC

Dados populacionais: **Censo IBGE de 2010**

- **17330** agentes
- **5515** domicílios
- **4487** alunos
- **32** instituições de ensino

Moradores	Domicílios	Moradores	Domicílios	Moradores	Domicílios
1	617	5	530	9	8
2	1457	6	213	10	7
3	1467	7	81	11	7
4	1094	8	34		

Categoria de ensino	Alunos	Instituições	Faixa etária dos alunos
Educação Infantil	449	12	de 0 a 5 anos
Ensino Fundamental I	1567	9	de 6 a 10 anos
Ensino Fundamental II	1078	5	de 11 a 14 anos
Ensino Médio	465	4	de 15 a 17 anos
Ensino de Jovens e Adultos	480	1	acima de 15 anos
Universidades	448	1	acima de 18 anos

Dados econômicos: **Google Maps**

- **282** empresas*
- **2462** trabalhadores*

■ Simulação da Covid-19 em Ibirama/SC

Tipos de agente

- **Estudantes**
- **Trabalhadores**
- Agentes **não economicamente ativos**: **10638**

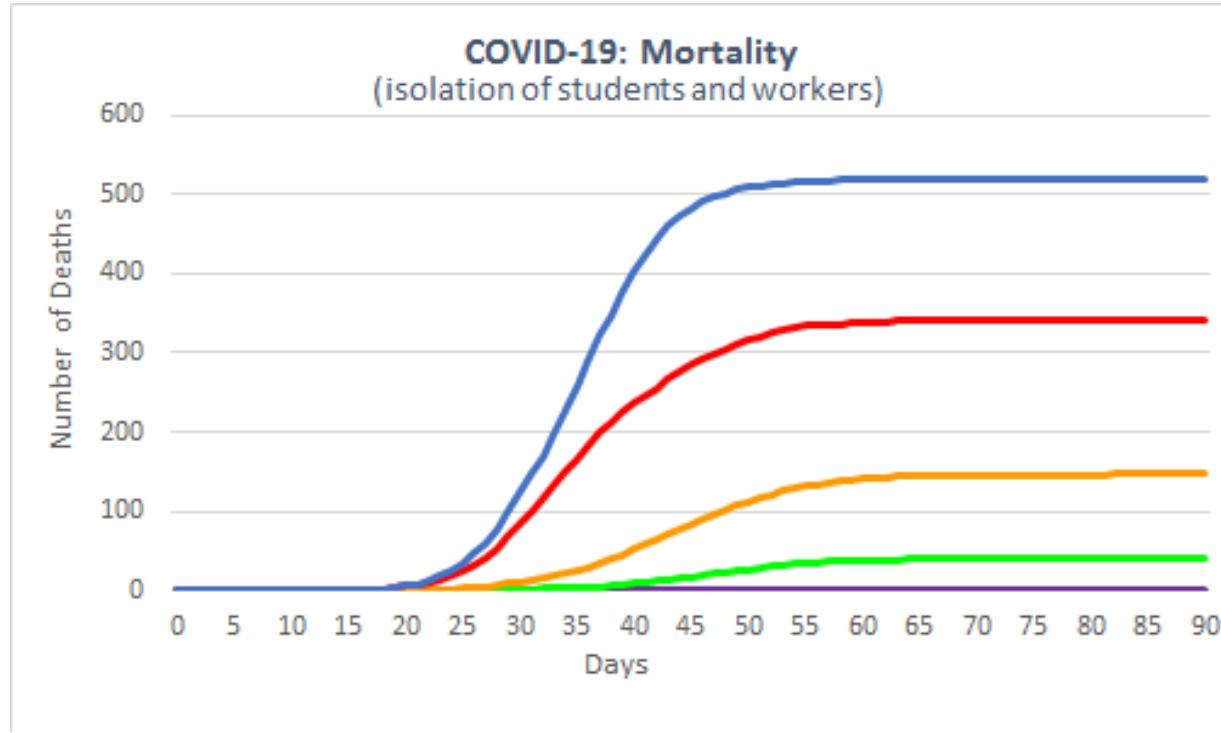
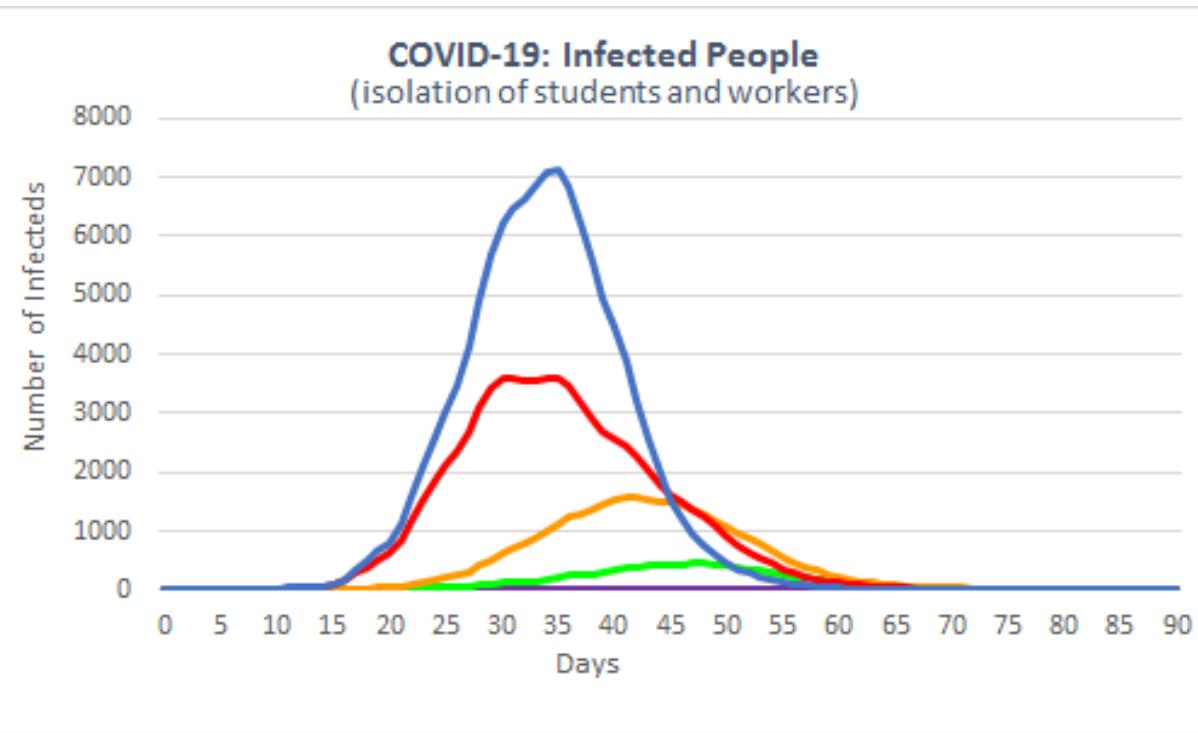
Taxas de mortalidade por faixa etária

- Disponibilizadas pela China conforme evolução da pandemia no país

Faixa Etária	Mortalidade(%)	Faixa Etária	Mortalidade (%)
≤ 9 anos	0,00%	60 a 69 anos	3,60%
10 a 19 anos	0,18%	70 a 79 anos	8,00%
20 a 49 anos	0,32%	≥ 80 anos	14,80%
50 a 59 anos	1,30%		

Simulação da Covid-19: Resultados*

Eficiência do isolamento para reduzir infectados e mortalidade
Taxa de propagação varia inversamente à taxa de isolamento



— Students = 1.00; Workers = 1.00 — Students = 0.75; Workers = 0.75 — Students = 0.50; Workers = 0.50
— Students = 0.25; Workers = 0.25 — Students = 0.00; Workers = 0.00

*Não reflete a dinâmica real de propagação de Covid-19 no período

■ Simulação da Covid-19 em Ibirama/SC

Repositório:

[https://agentsimulations.github.io/
covid19-ibirama](https://agentsimulations.github.io/covid19-ibirama)



ALTO VALE

CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
DO ALTO VALE DO ITAJÁ

Simulação da Propagação de COVID-19 em Ibirama

O objetivo desta **simulação com agentes** é estudar a propagação de COVID-19 na cidade de Ibirama/SC em diferentes cenários de isolamento social. A simulação considera dados territoriais, populacionais, educacionais, e do mercado de trabalho **existentes** e **estimados**. Nesta simulação é criado um **agente artificial (virtual)** para cada habitante. Estes agentes reproduzem o comportamento diário dos habitantes de ir para o trabalho e/ou para instituição de ensino e então retornar para suas residências. Enquanto permanece no trabalho, escola, ou até mesmo em casa, um agente saudável pode ter contato com agente(s) infectado(s), ocasionando a propagação da doença. É possível simular o isolamento social **total** ou **setorial** (por exemplo, o isolamento apenas de estudantes ou trabalhadores) para verificar o efeito que estas medidas de isolamento podem causar na curva de contaminação do COVID-19.

A simulação foi desenvolvida no âmbito do projeto de pesquisa Desenvolvimento Dirigido a Modelos de Simulações com Agentes do Centro de Educação Superior do Alto Vale do Itajaí (CEAVI/UDESC). Os autores da simulação são:

- **Lucas de Castro Lima Teixeira** (aluno de Engenharia de Software e bolsista de pesquisa).
- **Fernando dos Santos** (professor no curso de Engenharia de Software).

Referência:

TEIXEIRA, Lucas; SANTOS, Fernando. Uma Simulação com Agentes para Estudar a Propagação da COVID-19 em Ibirama(SC). In: ENCONTRO NACIONAL DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E COMPUTACIONAL (ENIAC), 17., 2020, Evento Online. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020 . p. 176-187. ISSN 2763-9061. DOI: <https://doi.org/10.5753/eniac.2020.12127>

COMOKIT aplicado em Ibirama

Covid-19 Modeling Kit: COMOKIT

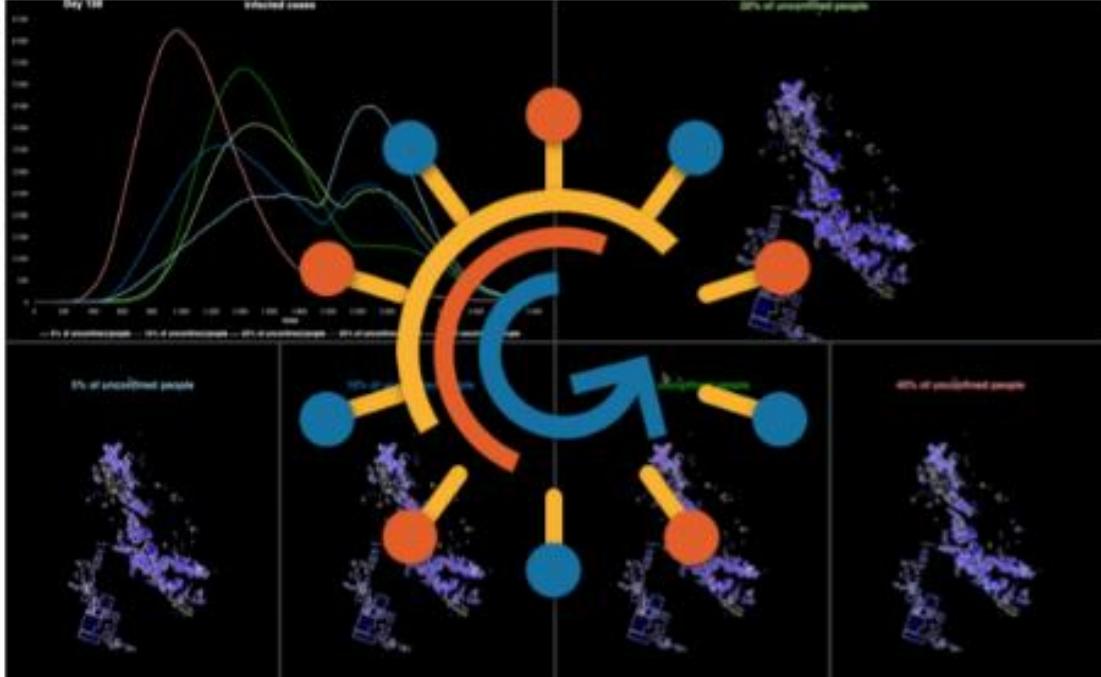


COMOKIT

Documentation Sources Download

COMOKIT (CoVid19 Modeling Kit)

a modeling kit written in [GAMA](#) for analyzing and comparing interventions against the COVID-19 epidemic at the scale of a city



<https://comokit.org>

Covid-19 Modeling Kit: COMOKIT



CONTENT

DESIGNING SOCIAL SIMULATION TO (SERIOUSLY) SUPPORT DECISION-MAKING: COMOKIT, AN AGENT-BASED MODELLING TOOLKIT TO ANALYSE AND COMPARE THE IMPACTS OF PUBLIC HEALTH INTERVENTIONS AGAINST COVID-19

APRIL 27, 2020 · THESUBMISSIONAUTHOR · 1 COMMENT

By [Alexis Drogoul¹](#), [Patrick Taillandier²](#), [Benoit Gaudou^{1,3}](#), [Marc Choisy^{4,8}](#), [Kevin Chapuis^{1,5}](#), [Quang Nghi Huynh^{1,6}](#), [Ngoc Doanh Nguyen^{1,7}](#), [Damien Philippon¹⁰](#), [Arthur Brugi  re¹](#), and [Pierre Larmande⁸](#)

Up to now, COMOKIT has been implemented and evaluated on two cases of city confinement in Vietnam (i.e. Son Loi (Thanh & al. 2020) and Thua Duc). In these cases, which have served as

<https://rofasss.org/2020/04/27/comokit/>



ORIGINAL RESEARCH

published: 24 September 2020
doi: 10.3389/fpubh.2020.563247

COMOKIT: A Modeling Kit to Understand, Analyze, and Compare the Impacts of Mitigation Policies Against the COVID-19 Epidemic at the Scale of a City

Benoit Gaudou^{1,2,3*}, Nghi Quang Huynh^{1,4}, Damien Philippon⁵, Arthur Brugi  re^{1,3}, Kevin Chapuis^{1,6}, Patrick Taillandier⁷, Pierre Larmande^{3,8} and Alexis Drogoul^{1*}

In order to illustrate how COMOKIT can be used, we conducted a series of experiments for [Son Loi Commune in Vinh Phuc Province, Vietnam](#). Son Loi is a rural commune of about

<https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.563247>

Questão de pesquisa



COMOKIT é capaz de **reproduzir** a dinâmica
de Covid-19 em município brasileiro?

Ibirama/Santa Catarina - sede da **UDESC Alto Vale**



COMOKIT



Agentes

- Sexo, idade, ocupação, família

são elementos controlados por parâmetros

Ambiente

- Construções: residências, escolas, parques, trabalho, hospitais

Interações

- Rotina de atividades (estudar, trabalhar, socializar)

Modelagem da Covid-19

- Modelo epidemiológico de compartimentos: “S.L.IA.IP.IS.R.”

State	Description
S	susceptible to the virus
L	latent state (transition to IA or IP/IS after the incubation period of asymptomatic/symptomatic)
IA	infected, but asymptomatic (transition to R after the infectious period of asymptomatic)
IP	infected, but presymptomatic (transition to IS after the serial interval)
IS	infected and symptomatic (transition to R after the infectious period of symptomatic)
R	recovered from the infection

Parâmetros Demográficos

Parameter	Value	Source
Number of residences	5515	[IBGE 2010]
Male ratio	0,50005	[IBGE 2010]
Probability of active family	0,8783	[IBGE 2010]
Number of children per household (mean)	0,99	experimental
Number of children per household (std)	1,3	experimental
Number of children per household (max)	7	experimental
Probability of grandfather per household	0,134	adapted from [IBGE 2010]
Probability of grandmother per household	0,163	adapted from [IBGE 2010]
Retirement age	64	[GOV.BR 2022]
Max age	100	COMOKIT default
Number of friends (mean)	5	COMOKIT default
Number of friends (std)	3	COMOKIT default
Number of classmates (mean)	10	COMOKIT default
Number of classmates (std)	5	COMOKIT default
Number of work colleagues (mean)	5	COMOKIT default
Number of work colleagues (std)	3	COMOKIT default
Probability of unemployed male	0,1	COMOKIT default
Probability of unemployed female	0,1	COMOKIT default
Probability of working at home	0,1	COMOKIT default

19

parâmetros



Parâmetros Epidemiológicos

Parameter	Age	Detail	Value 1	Value 2	Source
Infectious period of symptomatic	-	normal dist	12,53	3,37	[Zhu et al. 2020]
Infectious period of asymptomatic	-	normal dist	12,53	3,37	[Zhu et al. 2020]
Serial interval	-	normal dist	4,7	2,9	[Nishiura et al. 2020]
Incubation period of symptomatic	-	normal dist	5,5	2,1	[Ferretti et al. 2020]
Incubation period of asymptomatic	-	normal dist	5,5	2,1	[Ferretti et al. 2020]
Proportion hospitalization	0	numerical	0,013	-	[COES 2021]
Proportion hospitalization	20	numerical	0,026	-	[COES 2021]
Proportion hospitalization	45	numerical	0,069	-	[COES 2021]
Proportion hospitalization	55	numerical	0,115	-	[COES 2021]
Proportion hospitalization	65	numerical	0,200	-	[COES 2021]
Proportion hospitalization	75	numerical	0,324	-	[COES 2021]
Proportion hospitalization	85	numerical	0,445	-	[COES 2021]
Proportion ICU hospitalization	0	numerical	0,157	-	[COES 2021]
Proportion ICU hospitalization	20	numerical	0,227	-	[COES 2021]
Proportion ICU hospitalization	45	numerical	0,259	-	[COES 2021]
Proportion ICU hospitalization	55	numerical	0,304	-	[COES 2021]
Proportion ICU hospitalization	65	numerical	0,338	-	[COES 2021]
Proportion ICU hospitalization	75	numerical	0,297	-	[COES 2021]
Proportion ICU hospitalization	85	numerical	0,187	-	[COES 2021]
Proportion death of symptomatic	0	numerical	0,0007	-	[COES 2021]
Proportion death of symptomatic	20	numerical	0,002	-	[COES 2021]
Proportion death of symptomatic	45	numerical	0,012	-	[COES 2021]
Proportion death of symptomatic	55	numerical	0,031	-	[COES 2021]
Proportion death of symptomatic	65	numerical	0,080	-	[COES 2021]
Proportion death of symptomatic	75	numerical	0,172	-	[COES 2021]
Proportion death of symptomatic	85	numerical	0,283	-	[COES 2021]
Onset to hospitalization (days)	-	lognormal dist	1,9561	0,6574	[COES 2021]
Hospitalization to ICU (days)	-	lognormal dist	0,9170	0,7642	[COES 2021]
ICU to discharge (recovered or dead)	-	lognormal dist	2,2292	0,8368	[COES 2021]

29

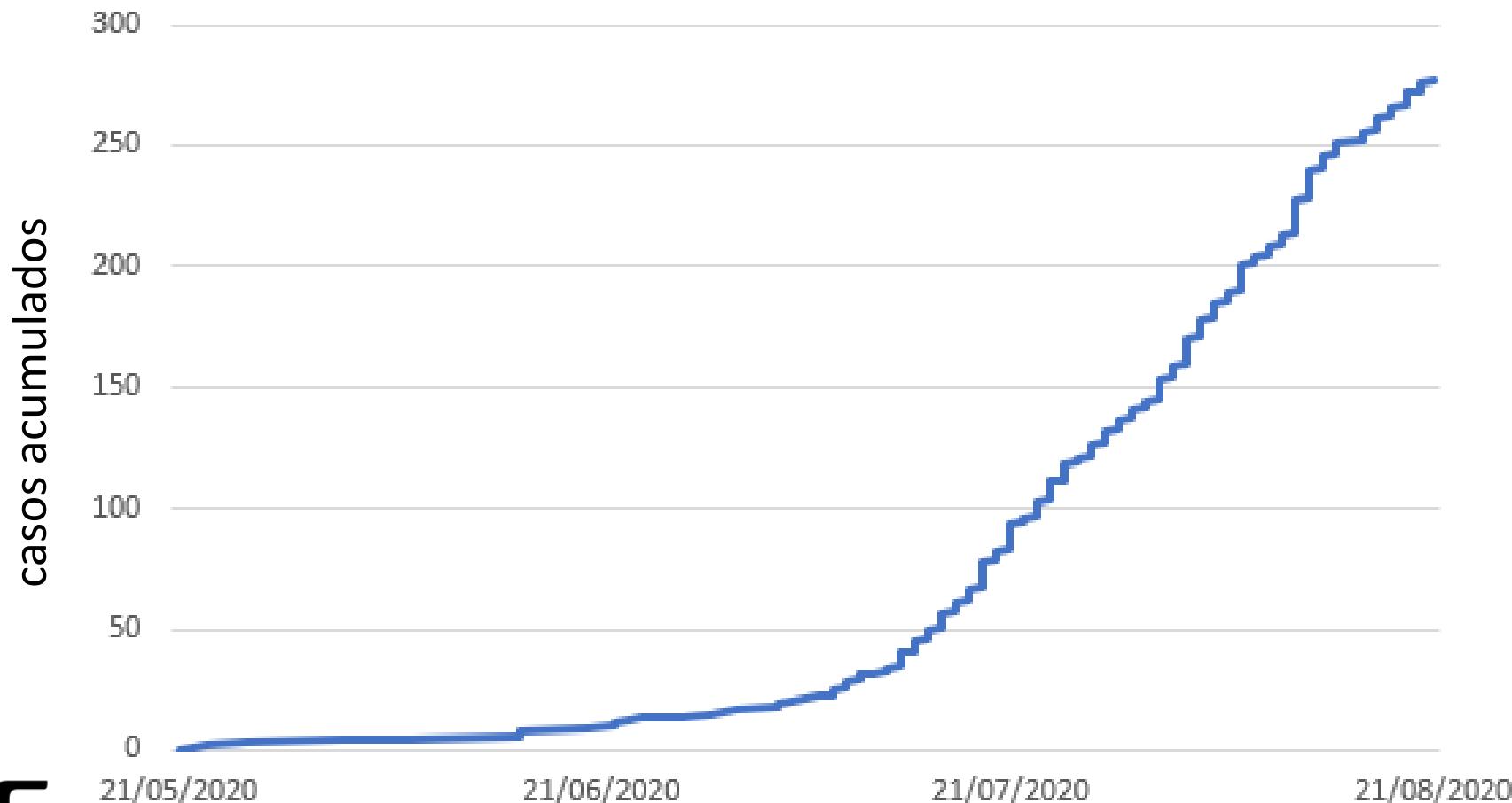
parâmetros



Cenário base (referencial)

Casos acumulados **registrados** em Ibirama [dataset COES]

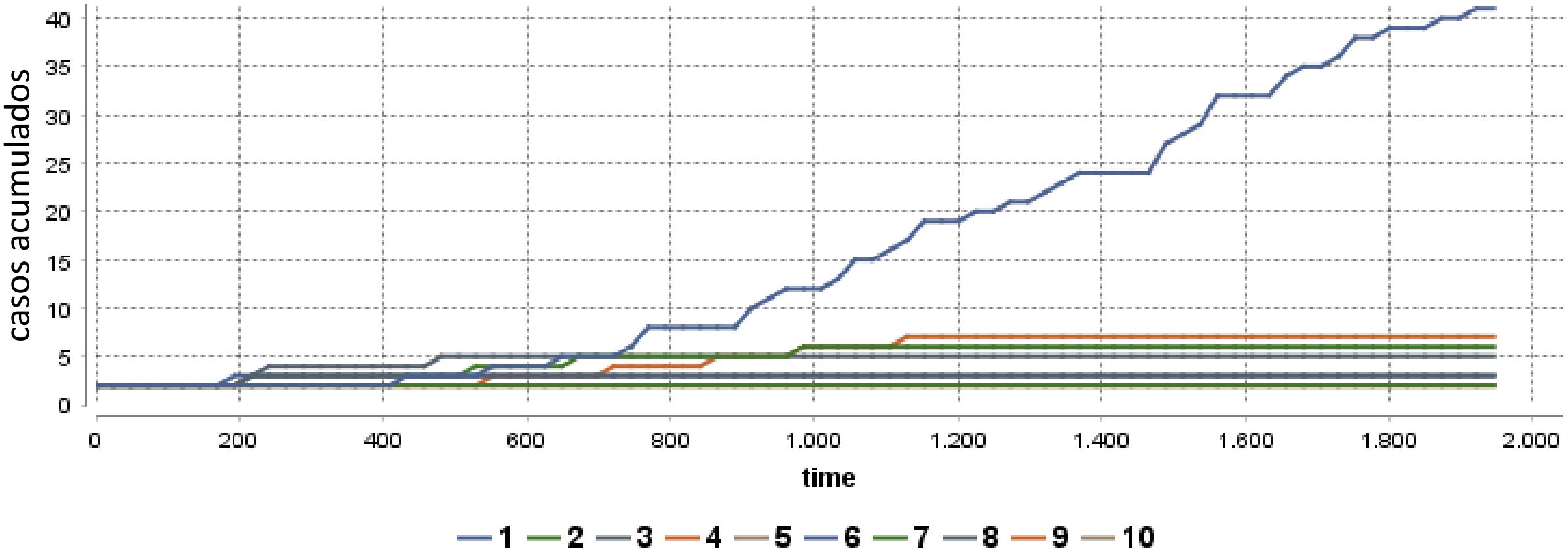
- **~300 casos** em **3 meses** após o 1º caso (21/05/2020)



Cenário padrão COMOKIT

cenário base:
~300 casos

lockdown testagem hospitalização

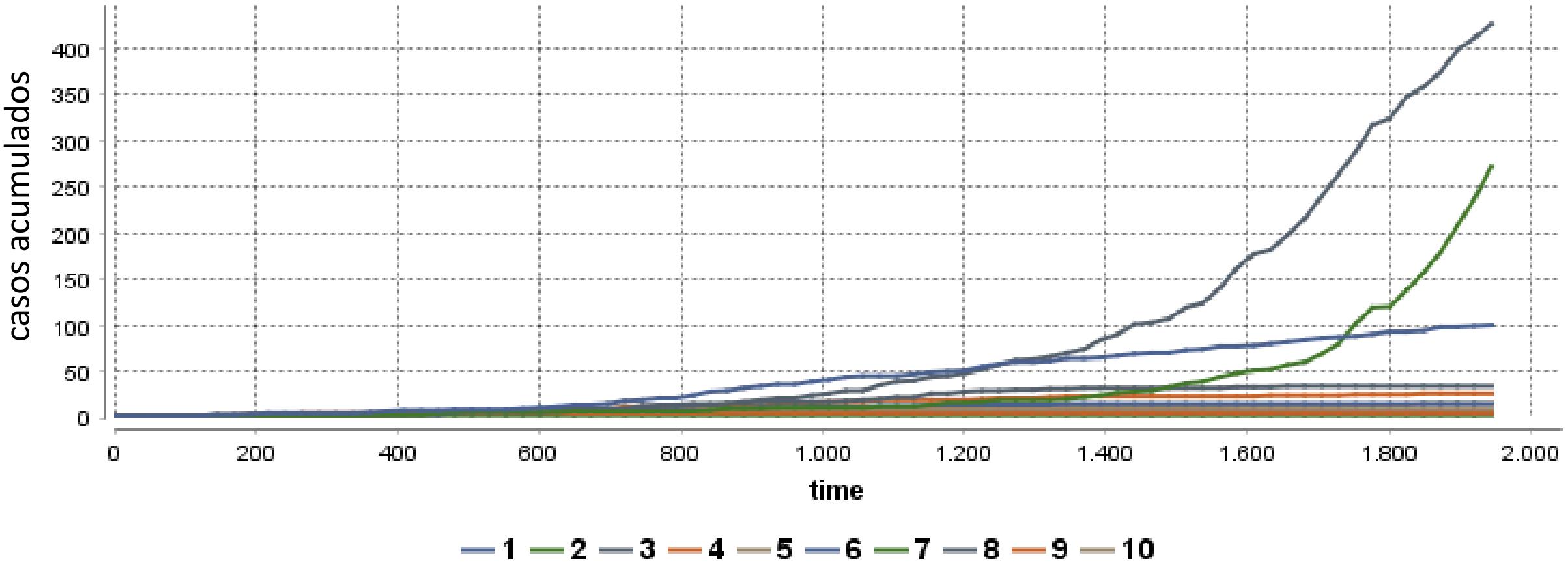


👉 Casos acumulados **ABAIXO** do cenário base

Cenário sem hospitalização

cenário base:
~300 casos

lockdown testagem hospitalização



👉 Casos acumulados **SIMILARES** em algumas execuções

Conclusões a partir dos cenários

Nenhum cenário reproduziu a dinâmica de Covid-19

Muitos parâmetros, difícil determinar valores fiéis/adequados

Viabilidade do COMOKIT **não pode ser descartada**

- Valores reais de parâmetros podem ser diferentes dos utilizados
 - Ex.: período médio de incubação e infecção

Referência:

ROSA, Denilson Laucsen da; SANTOS, Fernando. Assessing the Reproducibility of the Covid-19 Pandemic with COMOKIT: A Case Study in Ibirama, Brazil. In: WORKSHOP-ESCOLA DE SISTEMAS DE AGENTES, SEUS AMBIENTES E APLICAÇÕES (WESAAC), 19. , 2025, Fortaleza/CE. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2025 . p. 294-304. ISSN 2326-5434. DOI: <https://doi.org/10.5753/wesaac.2025.37541>

Simulação Baseada em Agentes

[com]

1. O que é, exemplos, e elementos
2. Como desenvolver
3. Trabalhos desenvolvidos no grupo de pesquisa
- 4. Oportunidades de pesquisa e extensão**

Oportunidades de pesquisa

TRUSTED INSIGHTS FOR COMPUTING'S LEADING PROFESSIONALS

ACM.org | Join ACM | About Communications | A

COMMUNICATIONS
OF THE
ACM

HOME | CURRENT ISSUE | NEWS | BLOGS | OPINION | RESEARCH | P

Home / Blogs / BLOG@CACM / The Software that Led to the Lockdown / Full Text

BLOG@CACM

The Software that Led to the Lockdown

By Michael Wooldridge

July 31, 2020

Comments

VIEW AS: SHARE:



One of the key drivers for the decision to lock down the U.K. in late March 2020 was a computational epidemiological model developed at Imperial College, London. When the code for the model was released, it immediately attracted criticism with respect to software quality – and these criticisms then provided ammunition for those who argued the lockdown was an overreaction. So, what was the software and what are the criticisms? Are they significant? And, crucially, what can we learn from the experience?

Throughout the first half of March 2020, European nations raced to enforce lockdowns in an attempt to stem the spread of the coronavirus. By mid-March, much of Europe had closed the shutters on ordinary life. But the U.K., it seemed, was intent on

Problemas identificados:

- ✖ Padrões da Engenharia de Software
- ✖ Falta de documentação
- ✖ Linguagem de prog. escolhida: C
- ✖ Programa estruturado /monolítico
 - um arquivo com 15k LoCs
- ✖ **Reprodutibilidade:** cada execução produzia resultado diferente

<https://cacm.acm.org/blogs/blog-cacm/246511-the-software-that-led-to-the-lockdown/fulltext>

Oportunidades de pesquisa

COMMUNICATIONS
OF THE
ACM

HOME CURRENT ISSUE NEWS BLOGS OPINION RESEARCH PF

Home / Blogs / BLOG@CACM / The Software that Led to the Lockdown / Full Text

BLOG@CACM

The Software that Led to the Lockdown

By Michael Wooldridge

July 31, 2020

Comments

While we will have to wait for formal inquiries to truly understand the role the Ferguson model played in the U.K. government's decision making, and the true extent to which the various criticisms of it are substantive, we can [I believe, already identify some lessons to learn going forward, which will make us better equipped to handle an inevitable future pandemic:

- *Better modeling environments.* We need software environments that are better able to directly capture agent-based models of the kind used in the Ferguson model. A suitable programming environment will make assumptions explicit, and allow developers to focus on the model itself, rather than how the model is expressed in a low-level programming language. A suitable software environment will need to scale to national and ideally global models with millions, and possibly billions of agents.
- *National pandemic models.* Many criticisms of the Ferguson work could have been avoided had a suitable well-engineered national pandemic model been developed in advance. Developing and openly testing national pandemic models would cost nothing compared to the daily national cost of the pandemic and the shutdown.
- *Validation and calibration.* We need to understand how to validate and calibrate models like that of the Ferguson team, so we can have confidence both in what they are modeling and how to interpret the simulations they produce.

Melhores ambientes de modelagem

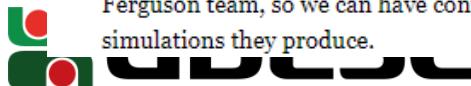
- Focar nos aspectos de interesse da simulação, e não na implementação destes aspectos

Modelos de pandemia nacionais

- Elaborados com todo o rigor da Engenharia de Software

Validação e calibração

- Novas estratégias e métodos



Oportunidades de pesquisa

Melhorar ferramentas de SBA existentes: bibliotecas de funcionalidades

- **Aprendizado de máquina:** Learning NetLogo Extension
 - <https://github.com/agentbasedsimulations/netlogo-learning-extension>

```
; comandos de configuracao da aprendizagem  
qlearningextension:state-def ; especificar os estados  
qlearningextension:actions ; especificar as acoes  
qlearningextension:reward ; especificar a recompensa  
qlearningextension:learning-rate ; especificar a taxa  
qlearningextension:discount-factor ; especificar o fator de desconto  
qlearningextension:action-selection ; especificar estratégia de seleção de ação  
  
; comandos de execucao da aprendizagem  
qlearningextension:learning ; executar acao e aprender  
qlearningextension:act ; apenas executar uma acao  
qlearningextension:learn ; apenas aprender a partir das interações
```

BAZZANELLA, Eloísa; SANTOS, Fernando. Does a Q-Learning NetLogo Extension Simplify the Development of Agent-based Simulations?. In: WORKSHOP-ESCOLA DE SISTEMAS DE AGENTES, SEUS AMBIENTES E APLICAÇÕES (WESAAC), 15. , 2021, Evento Online. *Anais* [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021 . p. 1-12. ISSN 2326-5434. DOI: <https://doi.org/10.5753/wesaac.2021.33403>.

BAZZANELLA, Eloísa; BARROS, Matheus M.; SANTOS, Fernando. Refatoração da Extensão NetLogo de Aprendizagem por Reforço para Integração com a Biblioteca BURLAP. In: WORKSHOP-ESCOLA DE SISTEMAS DE AGENTES, SEUS AMBIENTES E APLICAÇÕES (WESAAC), 18. , 2024, Brasília/DF. *Anais* [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024 . p. 51-62. ISSN 2326-5434. DOI: <https://doi.org/10.5753/wesaac.2024.33455>.

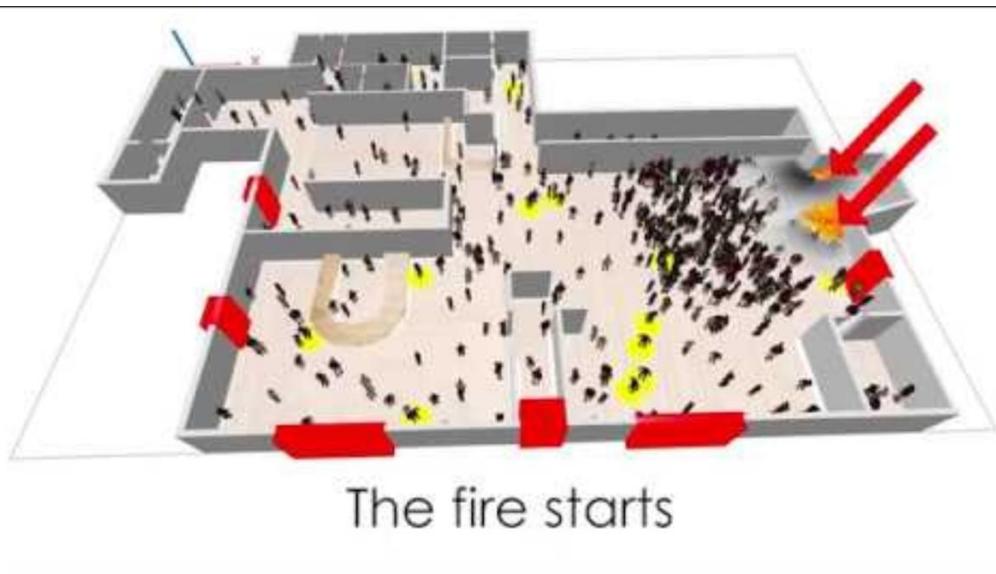
- **Modelos epidemiológicos:** nenhuma biblioteca encontrada

Oportunidades de extensão

Simulações de evacuação

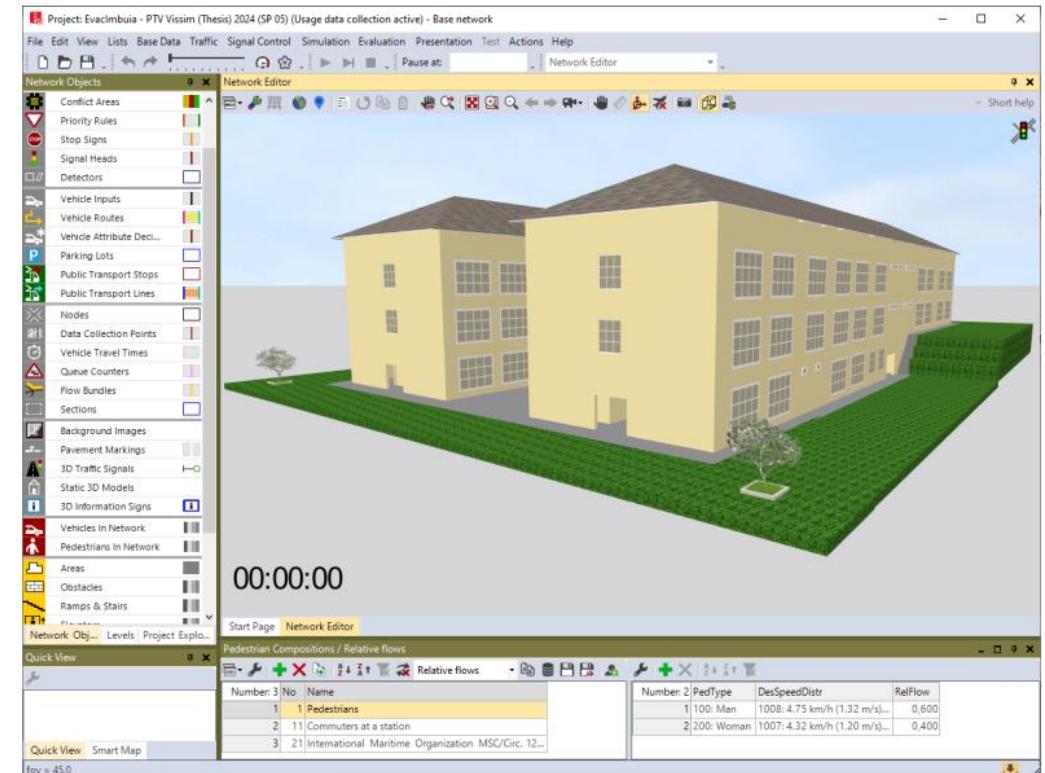
- Escolas, Teatros,
Universidades, Centros de
eventos...

Utilizando ferramenta GAMA



Utilizando PTV Vissim

- UDESC possui licença
- Projetos colaborativos



Introdução à Simulação Baseada em Agentes

Materiais do Minicurso

<https://github.com/agentbasedsimulations/eramia2025-minicurso-sba>



Mateus Rissardi
Acadêmico / UDESC Alto Vale
mateus.rissardi31@edu.udesc.br

Fernando Santos
Professor / UDESC Alto Vale
fernando.santos@udesc.br



ESO
Engenharia de Software



UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA