



UnB

**CIC0203 - Computação Experimental -
TA - 2022.2 - Tarefa T6 - Aprimoramento
de uma Simulação**

URL Read-only Overleaf: <https://www.overleaf.com/read/wjcdzwppxkfh>

Edgar Sampaio de Barros (edgarsamp)

Brasília, 2023-01-13 02:13:44Z

Sumário

I	Simulação Computacional	3
1	T6 - Aprimoramento de uma Simulação: Laboratório e Experimento de incêndios florestais, por Edgar Sampaio de Barros (edgarsamp)	5
1.1	Introdução	5
1.2	O Fenômeno do Mundo Real	5
1.3	O Laboratório sobre incêndios florestas	6
1.3.1	O Conceito da Simulação	6
1.3.2	O Simulador	6
1.3.2.1	Variáveis Independentes ou de Controle	7
1.3.2.2	Variáveis Dependentes	7
1.3.3	A Hipótese Causal	8
1.3.4	O Código do Simulador	8
1.4	Os Experimentos Realizados	10
1.5	Discussão e <i>insights</i> preliminares sobre as hipóteses	13
1.6	Conclusão	13
	Bibliografia	15

SUMÁRIO

Lista de Figuras

1.1	Interface gráfica da simulação.	7
1.2	Matriz após 16 etapas da simulação.	11
1.3	Matriz no final da simulação.	11
1.4	Quantidade de árvores em cada condição por etapa.	11
1.5	Quantidade de árvores em cada condição no término da simulação.	12

LISTA DE FIGURAS

Lista de Tabelas

1.1	Variáveis de controle	10
1.2	Resultado de 10 simulações.	12

Resumo

Este documento contém o produto da tarefa especificada no título deste documento, conforme as orientações em <https://www.overleaf.com/read/cytswcjsxxqh>.

Parte I

Simulação Computacional

Capítulo 1

T6 - Aprimoramento de uma Simulação: Laboratório e Experimento de incêndios florestais, por Edgar Sampaio de Barros (edgarsamp)

1.1 Introdução

Este capítulo apresenta a construção e uso do laboratório de simulações sobre a propagação de incêndios florestais para a realização de experimentos que tem por objetivo investigar a hipótese causal "a variação da biomassa na floresta influencia diretamente na área de queimada" que relaciona variáveis independentes e variáveis dependentes, presente nos estudos bibliométricos por mim realizados e disponíveis em ??.

É composto por mais cinco seções:

1. Descrição do fenômeno real;
2. Apresentação do laboratório de simulações;
3. Apresentação de análises exploratórias dos dados de experimentos realizados com o uso do laboratório;
4. Discussão sobre *insights* obtidos após os experimentos; e
5. Conclusões.

1.2 O Fenômeno do Mundo Real

O fenômeno estudado é o de incêndio florestal e como o fogo se propaga em florestas. Tal fenômeno tem características tanto biológicas quanto físicos.

A definição de incêndios florestais de acordo com ([WIKIPEDIA, 2023](#)) é:"incêndio florestal é um fogo ou queimada que se propaga sem controle em uma área florestal".

Segundo ([KLOSTER, 2012](#)), com o aumento da média global de temperatura (mudanças climáticas) a quantidade de gases e partículas suspensas no ar que são liberadas durante incêndios também tende a aumentar.

1.3 O Laboratório sobre incêndios florestas

O experimento realizado no laboratório sobre incêndios florestas é a simulação computacional de um incêndio florestal, o programa simula com base em conjunto de variáveis iniciais como o fogo se propaga em uma floresta. O estudo de tal fenômeno é de interesse para nossa sociedade atual, pois incêndios florestais estão se tornando cada vez mais comuns ([KLOSTER, 2012](#)) e tem grandes consequências na qualidade de vida em geral da população.

1.3.1 O Conceito da Simulação

Para realizar as simulações do fenômeno, foi utilizado como base para o código de exemplo `forest-fire` presente no *framework* [Mesa](#) feito em *Python*.

No exemplos a floresta é representada por uma matriz e cada célula pode conter ou não uma árvore. As árvores podem estar em três estados diferentes, sendo eles: não queimadas, em chamas ou queimadas, cada estado é representado por uma cor diferente, as árvores não queimadas são da cor verde, as que estão em chamas estão na cor vermelha e as que foram queimadas estão na cor preto. O fogo se propaga para as árvores vizinhas das que estão em chamas, as deixando em chamas e mudando o estado da árvore para queimada. A simulação termina quando o fogo se apaga, ou seja, quando não existe mais árvores em chamas. Para dar início a simulação é considerado que as árvores da primeira coluna estão pegando fogo.

1.3.2 O Simulador

O simulador conta com uma interface gráfica ilustrada na figura [1.1](#), por meio dela é possível manipular as variáveis independentes da simulação, observar o desenvolvimento da propagação do fogo por etapa e visualizar os gráficos gerados com as variáveis dependentes em tempo real.

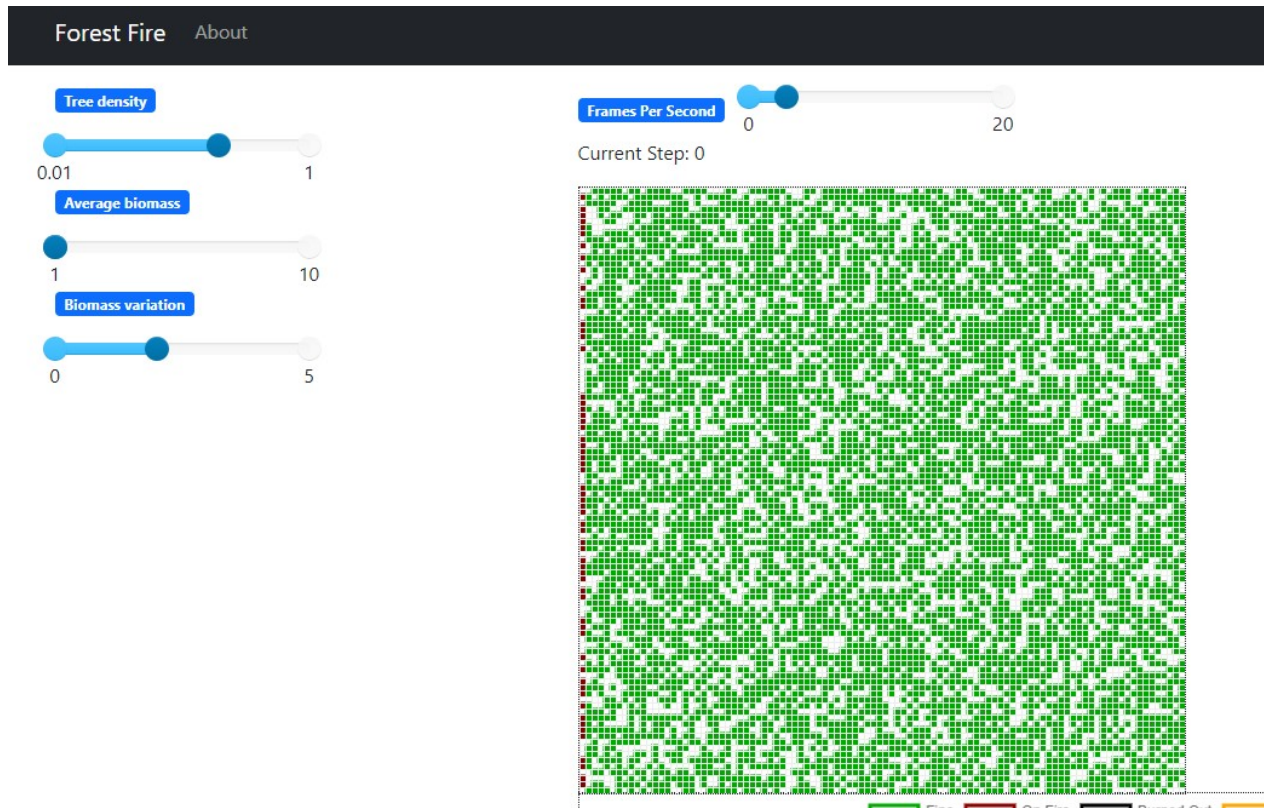


Figura 1.1: Interface gráfica da simulação.

1.3.2.1 Variáveis Independentes ou de Controle

São as seguintes as variáveis Independentes ou de Controle, manipuláveis na interface gráfica do simulador:

Tree density : é a probabilidade de uma célula da matriz se tornar uma árvore na geração da floresta;

Average biomass : é o valor médio da biomassa de uma árvore na floresta; e

Biomass variation : é quanto a biomassa pode variar (tanto para cima quando para baixo) em cada árvore.

1.3.2.2 Variáveis Dependentes

São as seguintes as variáveis Dependentes, cujos valores são coletados e apresentados na interface gráfica do simulador:

Fine : Quantidade de árvores que não foram queimadas;

On Fire : Quantidade de árvores que estão queimando;

Burned Out : Quantidade de árvores queimadas;

Partially Burnt : Quantidade de árvores atingidas pelo fogo porém que não queimaram completamente;

1.3.3 A Hipótese Causal

A hipótese causal que iremos analisar é "A variação da biomassa na floresta influencia diretamente na área de queimada".

Com base na pesquisa bibliográfica realizada foi encontrado a palavra "biomassa" como palavra-chave em diversos artigos, o que pode significar que a biomassa da floresta pode estar associada na forma como incêndios florestais se propagam. O estudo de (HILTNER; HUTH; FISCHER, 2022) utiliza a quantidade de biomassa acima do solo na floresta como uma das variáveis que define as florestas do estudo, portanto seria plausível estudar como a variação da mesma interfere na simulação.

Além disso foi possível concluir que o estudo dos incêndios florestais está ligado com as mudanças climáticas que nosso planeta vem sofrendo nas últimas décadas (KLOSTER, 2012).

Levando isso em consideração o intuito deste trabalho é ver o quanto relacionado está a variação da biomassa local com a área queimada por incêndios florestais.

1.3.4 O Código do Simulador

Para adicionar a variável estudada no modelo de simulação foi necessário alterar o código-fonte de duas classes, sendo elas: `model` e `TreeCell`.

A classe `model` é responsável por criar o modelo e realizar as etapas na simulação. A mudança realizada nela foi a adição da categoria *partially burnt* de árvores no coletor de dados, além de calcular o valor da biomassa na geração da árvore com base nos valores coletados por meio da interface gráfica.

A classe `TreeCell` é a classe que emula a árvore, ela possui como atributo a posição na *grid*, a condição atual da árvore em questão ("Sem fogo", "Pegando fogo", "Queimada", "Queimada parcialmente") e a quantidade de biomassa atual. A classe também é responsável por definir o que o agente deve realizar em cada etapa da simulação. Após a adaptação do código, em cada etapa, caso a árvore estiver com o estado "Pegando fogo", ela deve alterar os estados das árvores ao seu redor para "Pegando fogo", depois deve subtrair em um a sua quantidade de biomassa atual e checar a condição de seus vizinhos, caso nenhum esteja com o estado de "Pegando fogo" ela muda seu estado para "Queimada parcialmente", e por fim caso a sua quantidade de biomassa tenha chegado em zero ela altera seu estado para "Queimada". Quando em zero ela altera seu estado para "Queimada".

Pela listagem de código 1.1 e 1.2 é possível ver como ficou das classes `model` e `agent`, respectivamente, após as alterações.

Para ajudar na visualização do fenômeno as árvores que estão no estado "Queimada parcialmente" estão representadas na matriz na cor laranja.

Listagem de Código 1.1: Código da classe model.

```

1  import mesa
2  import random as rd
3  from .agent import TreeCell
4
5
6  class ForestFire(mesa.Model):
7      """
8      Simple Forest Fire model.
9      """
10
11  def __init__(self, width=100, height=100, density=0.65, biomass=5, variation=5):
12      """
13      Create a new forest fire model.
14
15      Args:
16          width, height: The size of the grid to model
17          density: What fraction of grid cells have a tree in them.
18      """
19      # Set up model objects
20      self.schedule = mesa.time.RandomActivation(self)
21      self.grid = mesa.space.Grid(width, height, torus=False)
22
23      self.datacollector = mesa.DataCollector(
24          {
25              "Fine": lambda m: self.count_type(m, "Fine"),
26              "On Fire": lambda m: self.count_type(m, "On Fire"),
27              "Burned Out": lambda m: self.count_type(m, "Burned Out"),
28              "Partially Burnt": lambda m: self.count_type(m, "Partially Burnt"),
29          }
30      )
31
32      # Place a tree in each cell with Prob = density
33      for (contents, x, y) in self.grid.coord_iter():
34          if self.random.random() < density:
35              # Create a
36              new_tree = TreeCell((x, y), self, rd.randint(biomass-variation, biomass+variation))
37              # Set all trees in the first column on fire.
38              if x == 0:
39                  new_tree.condition = "On Fire"
40              self.grid.place_agent(new_tree, (x, y))
41              self.schedule.add(new_tree)
42
43
44      self.running = True
45      self.datacollector.collect(self)
46
47  def step(self):
48      """
49      Advance the model by one step.
50      """
51      self.schedule.step()
52      # collect data
53      self.datacollector.collect(self)
54
55      # Halt if no more fire
56      if self.count_type(self, "On Fire") == 0:
57          self.running = False
58
59  @staticmethod
60  def count_type(model, tree_condition):
61      """
62      Helper method to count trees in a given condition in a given model.
63      """
64      count = 0
65      for tree in model.schedule.agents:
66          if tree.condition == tree_condition:
67              count += 1
68      return count

```

Listagem de Código 1.2: Código da classe agent.

```

1  import mesa
2
3  class TreeCell(mesa.Agent):
4      """
5      A tree cell.
6
7      Attributes:
8          x, y: Grid coordinates
9          condition: Can be "Fine", "On Fire", or "Burned Out"
10         unique_id: (x,y) tuple.
11         biomass: Amount of agent biomass

```



```

12
13         unique_id isn't strictly necessary here, but it's good
14         practice to give one to each agent anyway.
15         """
16
17     def __init__(self, pos, model, biomass):
18         """
19         Create a new tree.
20         Args:
21             pos: The tree's coordinates on the grid.
22             model: standard model reference for agent.
23             biomass: Amount of agent biomass
24         """
25         super().__init__(pos, model)
26         self.biomass = max(0, biomass)
27         self.pos = pos
28         self.condition = "Fine"
29
30     def step(self):
31         """
32         If the tree is on fire, spread it to nearby trees and reduce their biomass by 1. If nearby trees are not on fire, put out
33         """
34         if self.condition == "On Fire":
35             neighbors = self.model.grid.iter_neighbors(self.pos, True)
36             neighborsConditions = []
37             for neighbor in neighbors:
38                 neighborsConditions.append(neighbor.condition)
39                 if neighbor.condition == "Fine":
40                     neighbor.condition = "On Fire"
41
42             if not ("On Fire" in neighborsConditions):
43                 self.condition = "Partially Burnt"
44
45         self.biomass = max(0, self.biomass-1)
46         if self.biomass == 0:
47             self.condition = "Burned Out"
48

```

1.4 Os Experimentos Realizados

Foram realizados diversos experimentos alterando todas as variáveis de controle, a seguir podemos ver os resultados de uma simulação onde foram configurados os seguintes parâmetros iniciais:

Tree density	0.65
Avarage biomass	6
Biomass variation	5

Tabela 1.1: Variáveis de controle

As figuras 1.2 e 1.3 mostram a evolução da matriz de simulação de acordo com as etapas realizadas. Através do gráfico ilustrado na figura 1.4 é possível acompanhar a quantidade de árvores em cada condição por etapa da simulação.

A simulação teve fim na etapa 41 (figura 1.3), a figura 1.5 mostra um gráfico pizza construído com os resultados obtidos no final da simulação, nele é mostrado a proporção de árvores em cada um dos quatro estados possíveis.

Current Step: 16

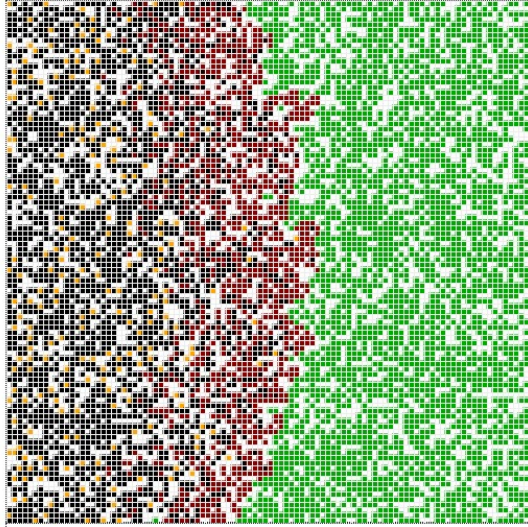


Figura 1.2: Matriz após 16 etapas da simulação.

Current Step: 41

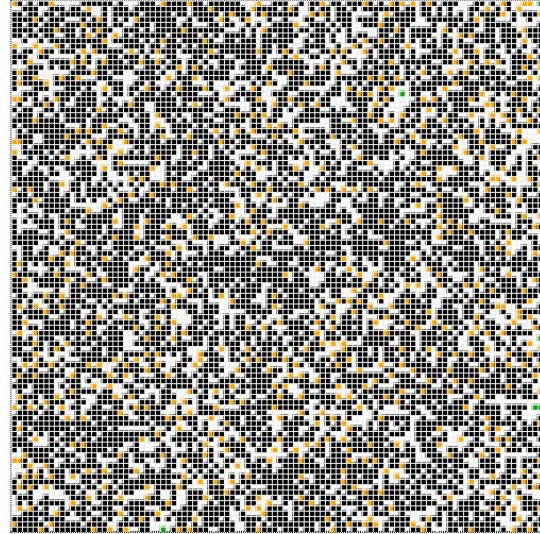


Figura 1.3: Matriz no final da simulação.

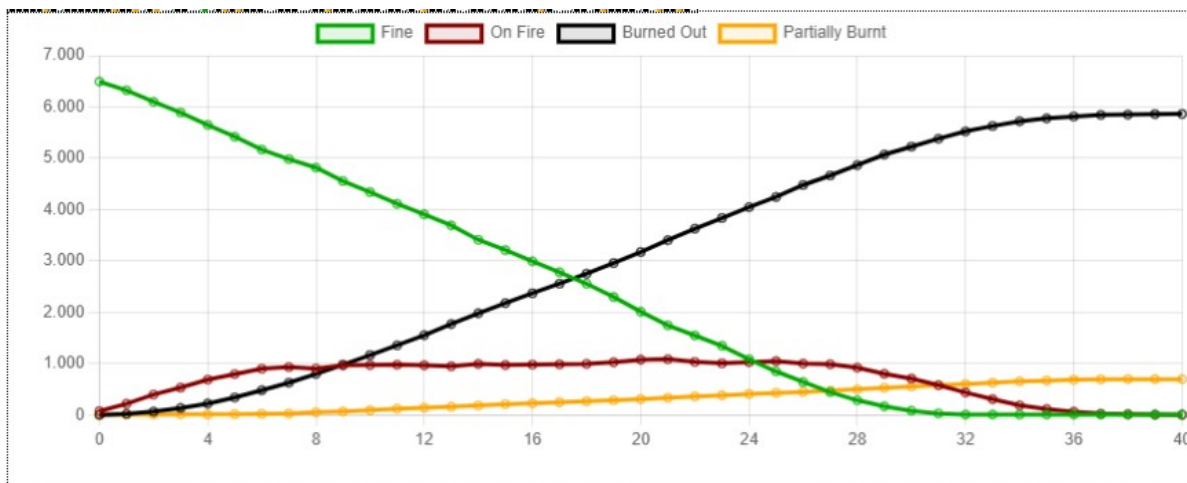


Figura 1.4: Quantidade de árvores em cada condição por etapa.

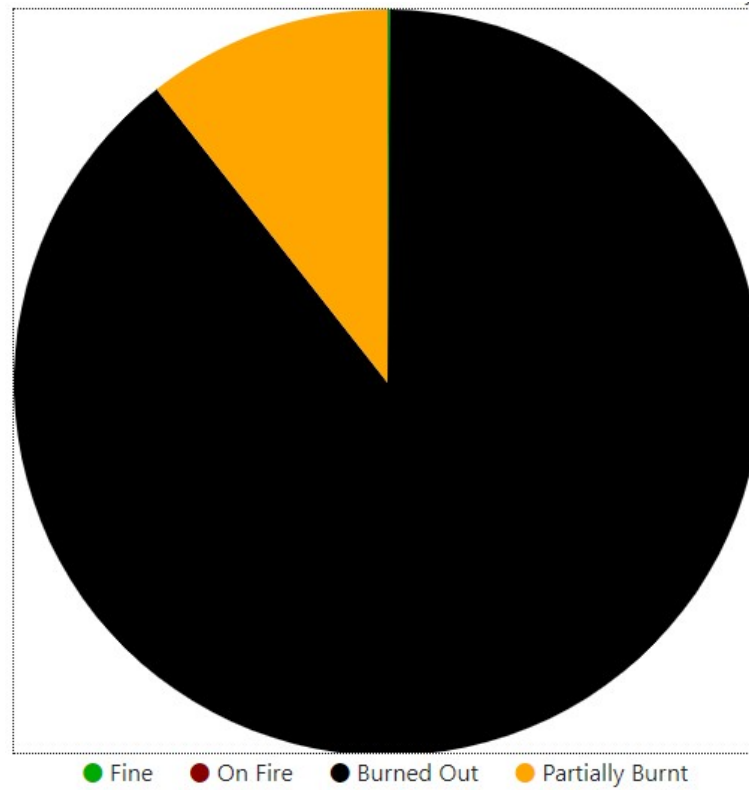


Figura 1.5: Quantidade de árvores em cada condição no término da simulação.

Depois foi realizado mais 10 simulações variando os parâmetros *Avarage biomass* e *Biomass variation*, os valores dessa variação assim como os resultados obtidos estão na tabela 1.2.

Tree density	Average biomass	Biomass variation	Fine	On Fire	Burned Out	Partially Burnt
0.65	10	1	8	0	6493	35
0.65	10	1	1	0	6440	43
0.65	10	1	6	0	6437	42
0.65	10	1	2	0	6497	47
0.65	10	1	6	0	6416	42
0.65	10	5	7	0	5817	698
0.65	10	5	7	0	5739	718
0.65	10	5	3	0	5737	685
0.65	10	5	9	0	5895	677
0.65	10	5	10	0	5724	693

Tabela 1.2: Resultado de 10 simulações.

1.5 Discussão e *insights* preliminares sobre as hipóteses

Apesar da quantidade de simulações realizadas ter sido bem baixa, os resultados obtidos por elas parecem indicar que de fato exista alguma relação entre a variação da biomassa e a área total da queimada.

Com base nos dados gerados da tabela 1.2 podemos ver que, alterando somente a variação da biomassa a quantidade de árvores queimadas totalmente teve uma redução e a quantidade de arvores que sobreviveram ao incêndio (que estão nos estados "Fine" ou "Partially Burnt") teve uma aumento significativo.

1.6 Conclusão

O estudo deste fenômeno vem sendo uma experiencia muito enriquecedora. Através dele consegui aprimorar minhas habilidades de pesquisa e escrita científica, além de aprender sobre simulações e como é possível emular um fenômeno real por meio da computação para realizar experimentos e gerar novos conhecimentos.

No primeiro momento tive algumas dificuldades pois nunca havia trabalho com o *framework MESA* ou com qualquer outro de simulações, porem a sua documentação e os exemplos são bem ricos e me ajudaram a sanar a maioria das dúvidas que surgiam. Outra adversidade encontrada foi a minha não familiaridade com o tema abordado, eu sempre tive curiosidade sobre o tema de queimadas, pois moro no cerrado, um bioma onde as queimadas ocorrem anualmente e é um fenômeno natural, contudo nunca tinha passado de curiosidade e com este trabalho tive que aprofundar um pouco meus conhecimentos acerca do tema para conseguir realizar as simulações.

Bibliografia

- HILTNER, U.; HUTH, A.; FISCHER, R. Importance of the forest state in estimating biomass losses from tropical forests: combining dynamic forest models and remote sensing. *Biogeosciences*, v. 19, n. 7, p. 1891–1911, 2022. DOI: [10.5194/bg-19-1891-2022](https://doi.org/10.5194/bg-19-1891-2022). Disponível em: <<https://bg.copernicus.org/articles/19/1891/2022/>>. Citado na p. 8.
- KLOSTER, S. The impacts of climate, land use, and demography on fires during the 21st century simulated by CLM-CN, 26 jan. 2012. DOI: [10.5194/bg-9-509-2012](https://doi.org/10.5194/bg-9-509-2012). Citado nas pp. 6, 8.
- WIKIPEDIA, the free encyclopedia. *Wildfire*. Instituto Nacional de Meteorologia. 2023. Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Wildfire>>. Acesso em: 6 jan. 2023. Citado na p. 6.