



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

THALYA HORRANY DE OLIVEIRA NERY

**SEGREGAÇÕES NO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA NA
PERSPECTIVA DO MODELO DE SEGREGAÇÃO DE THOMAS SCHELLING**

Araguaína-TO
2019

THALYA HERRANY DE OLIVEIRA NERY

**SEGREGAÇÕES NO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA NA
PERSPECTIVA DO MODELO DE SEGREGAÇÃO DE THOMAS SCHELLING**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Licenciatura em
Matemática da Universidade Federal do
Tocantins, como requisito parcial para a
obtenção de título de Licenciado em
Matemática. Orientador: Prof. Dr. Deive
Barbosa Alves (Orientador)

Araguaína-TO
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

N456s Nery, Thalya Horrany de Oliveira.
SEGREGAÇÕES NO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA
NA PERSPECTIVA DO MODELO DE SEGREGAÇÃO DE THOMAS
SCHELLING. / Thalya Horrany de Oliveira Nery. – Araguaína, TO, 2019.
61 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Araguaína - Curso de Matemática, 2019.

Orientador: Deive Barbosa Alves

1. Modelagem Baseada em Agentes. 2. Schelling (1971). 3. Tolerância. 4.
Segregação. I. Título

CDD 510

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

THALYA HORRANY DE OLIVEIRA NERY

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Licenciatura em
Matemática da Universidade Federal do
Tocantins, como requisito parcial para a
obtenção de título de Licenciado em
Matemática.

Aprovada em 12 / 12 / 2019.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Deive Barbosa Alves (Orientador)



Prof. Dr. Alvaro Julio Yucra Hanceo



Prof. Msc. Gildemberg da Cunha Silva

*Dedico este a todos que, de alguma forma, estiveram comigo nesta trajetória foram e se fizeram parte desse processo tão significativo para mim. Dedico principalmente aos meus pais, família, amigos, ao meu orientador, todos os professores do colegiado de matemática, aos quais tive oportunidade de conhecer e outros que estiveram na torcida para que eu alcançasse meus objetivos. De nada me valeria qualquer conquista se eu não tivesse com quem por ela comemorar. Foi por mim, mas também foi por vocês. At.te;
Thalya Horrany de Oliveira Nery*

AGRADECIMENTOS

Peça a Deus que ele abençoe seus planos, e eles darão certo. Provérbios 16:3.

A minha gratidão à Deus primeiramente, porque a fé nele me manteve em momentos em que as circunstâncias me cansaram. Agora, agradeço aos meus pais Valdinéia Nunes Nery e Pedro da Luz Teixeira Nery por serem os principais responsáveis por todas as minhas conquistas até hoje, por sempre me apoiarem, torcerem e me incentivarem.

Meus sinceros agradecimentos também são para toda a minha família, minha avó Maria Rodrigues de Oliveira, meus tios, irmãos e primos que sempre estiveram incentivando, acreditando e torcendo por mim.

Aos meus amigos, de infância, da escola, aos que conheci na universidade e na vida, obrigada por não medirem esforços e me ajudarem, de alguma maneira, sempre que precisei.

Às pessoas que chegaram recentemente e às que permaneceram comigo, o meu muito obrigada pela sua contribuição.

Sou muito grata ao Prof. Dr. Deive Barbosa Alves por ter aceito o convite de ser meu orientador, pela responsabilidade que teve para com esta pesquisa, pelos incentivos e orientações.

Por fim, agradeço a todos os professores do colegiado que tive contato e me proporcionaram a base científica necessária para o curso e também para a vida.

*“Se fracassar, ao menos que fracasse
ousando grandes feitos, de modo que a sua
postura não seja nunca a dessas almas
frias e tímidas que não conhecem nem a
vitória nem a derrota.”*

Theodore Roosevelt

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi detectar como se constitui a segregação em um curso de Licenciatura em Matemática segundo os estudos, do ganhador do Prêmio Nobel de 2005 em Ciências Econômicas, Thomas Crombie Schelling. Especificamente os saberes matemáticos dos modelos dinâmicos de segregação criados por Schelling em 1971. Um trabalho de abordagem qualitativa, desenvolvido segundo a metodologia de estudo de caso, com análise pautada na Modelagem Baseada em Agentes em que se usou o *software* NetLogo para criar simulações dos modelos. Esse foi um dos instrumentos da pesquisa para produção dos dados, o outro foi a aplicação de um questionário composto por 15 questões elaboradas para extrair informações sobre os acadêmicos. Eles foram aplicados à 216 discentes, os quais retornaram 45 respostas. Averiguou-se, das respostas, que os acadêmicos são majoritariamente de classe baixa, pardos, que se dispersam principalmente entre o posicionamento político de esquerda e de centro, e que evadiriam do curso principalmente por problemas familiares e cortes de auxílios ou bolsas. Pelas simulações constataram-se as condições para a existência de segregação no curso, não pela intolerância, como era nossa hipótese, mas descobriu-se que houve segregação quando os acadêmicos eram razoavelmente ou muito tolerantes, assim nossa hipótese foi refutada. Efetivamente todos os objetivos deste trabalho foram alcançados e a pergunta de pesquisa foi respondida.

Palavras-chave: Modelagem Baseada em Agentes; Thomas Schelling; *software* NetLogo; Segregação; Tolerância.

ABSTRACT

The aim of this research was to detect out how to segregate a degree course in mathematics according to studies, to win the 2005 Nobel Prize in Economics, Thomas Crombie Schelling. Specifically, the mathematical saber of the dynamic segregation models created by Schelling in 1971. A qualitative approach work, developed according to the case study methodology, with analysis based on the Agent Based Modeling, which uses NetLogo *software* to create model simulations. This was one of the research instruments for data production, or another was the application of a questionnaire composed of 15 questions designed to extract information about the academics. They were subjected to 216 students, who returned 45 answers. It emerged from the answers that academics are mostly low-class, mulattos, scattered mainly between the left and center political stance, and who avoid the mainstream of family problems and scholarship or study cuts. The simulations were found to be conditions for separation in the course, not intolerance, as we hypothesized, but it was found that there was segregation when the academics were reasonably reasonable or very tolerant, as refuted. All objectives of this work were achieved and a research question was answered.

Keywords: Agent Based Modeling; Thomas Schelling; NetLogo *software*; Segregation; Tolerance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo da modelagem	15
Figura 2 – Exemplificação de Schelling (1971).....	21
Figura 3 – Exemplificação de Schelling (1971).....	21
Figura 4 – Exemplificação de Schelling (1971).....	21
Figura 5 – Exemplificação de Schelling (1971).....	22
Figura 6 – Exemplificação de Schelling (1971).....	22
Figura 7 – Exemplificação de Schelling (1971).....	22
Figura 8 – Exemplificação de Schelling (1971).....	22
Figura 9 – Exemplificação de Schelling (1971).....	23
Figura 10 – Exemplificação de Schelling (1971).....	23
Figura 11 – Exemplificação de Schelling (1971).....	23
Figura 12 – Exemplificação de Schelling (1971).....	23
Figura 13 – Exemplificação de Schelling (1971).....	24
Figura 14 – Exemplificação de Schelling (1971).....	24
Figura 15 – Exemplificação de Schelling (1971).....	24
Figura 16 – Exemplificação de Schelling (1971).....	25
Figura 17 – Exemplificação de Schelling (1971).....	25
Figura 18 – Representação no software NetLogo	27
Figura 19 – Representação no software NetLogo	27
Figura 20 – Programação no software NetLogo	28
Figura 21 – Programação inicial no software NetLogo do ponto de vista dos acadêmicos não brancos	32
Figura 22 – Representação de segregação no software NetLogo do ponto de vista dos acadêmicos não brancos	34
Figura 23 – Programação inicial no <i>software</i> NetLogo do ponto de vista dos acadêmicos de esquerda e não esquerda.....	36
Figura 24 – Representação de segregação no <i>software</i> NetLogo do ponto de vista dos acadêmicos esquerda e não esquerda.....	37
Figura 25 - Programação inicial no <i>software</i> NetLogo de classe econômica dos acadêmicos para 73% de similares desejados	38
Figura 26 - Representação de segregação no <i>software</i> NetLogo de classe econômica dos acadêmicos para 73% de similares desejados.....	39

Figura 27 - Programação inicial no <i>software</i> NetLogo de classe econômica dos acadêmicos para 80% de similares desejados.....	40
Figura 28 - Representação no <i>software</i> NetLogo de classe econômica dos acadêmicos para 80% de similares desejados.....	40
Figura 29 - Programação inicial no <i>software</i> NetLogo desistência do curso	42
Figura 30 - Representação de segregação no <i>software</i> NetLogo desistência do curso	43
Figura 31 - Programação inicial no <i>software</i> NetLogo desistência do curso	44
Figura 32 - Representação de segregação no <i>software</i> NetLogo desistência do curso	44
Figura 33 – Função matemática dos modelos de simulação	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Estrutura descritiva da pesquisa	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	Percepções de Schelling	13
2.2	Modelo de segregação	14
2.3	Modelagem Baseada em Agentes.....	14
2.4	NetLogo.....	16
3	METODOLOGIA	17
3.1	Procedimentos metodológicos.....	17
3.2	Instrumento de coleta de dados	18
3.3	Método de análise dos dados do questionário	20
3.4	Estudo do <i>software</i> NetLogo.....	25
3.5	Regra de tolerância e seus níveis.....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.1	O perfil dos acadêmicos do curso de Licenciatura em Matemática da UFT de Araguaína.....	30
4.2	O modelo de segregação de Schelling (1971) como método de análise das questões de segregação do curso de Licenciatura em Matemática	31
4.3	Alguns saberes matemáticos da simulação do modelo de Schelling.....	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
	REFERENCIAS	50
	APÊNDICE - Questionário destinado aos discentes do curso de Licenciatura em Matemática.....	52

1 INTRODUÇÃO

Existe uma área de pesquisa, que mescla matemática, física, biologia, sociologia e outros campos do conhecimento. Esta, é denominada como sendo, Sistemas Complexos (SC). Das vertentes dos SC's, existe uma muito importante ao se trabalhar com os fenômenos presentes na sociedade, na natureza e tomada de decisões, pois ela relaciona a capacidade de dinâmica de um sistema e de aprendizagem a partir das experiências. A mesma, recebe o nome de Sistemas Adaptativos Complexos (SAC) (MILLER e PAGE, 2007; OLIVEIRA; REZENDE e CARVALHO, 2011; SILVA; MORAES, 2013).

É válido ressaltar que não temos a intenção de abordar nesta pesquisa, outros núcleos dos SC's, optamos por estudar apenas um deles, os SAC's. Uma metodologia pertinente, para representar os fenômenos sociais, ambientais ou políticos presentes nos SAC's é a modelagem baseada em agentes. Segundo Carneiro et al. (2019, p. 5280) ela “é uma das metodologias (ou técnicas) disponíveis para construção de modelos, e sua utilização está se expandindo rapidamente em diversos campos da ciência, tais como ciências sociais e ambientais”.

Há algum tempo atrás os modelos só eram representados, matematicamente, pelo uso da modelagem a partir do Cálculo Diferencial, Equações Diferenciais e Álgebra Linear. Esse fato evidenciava uma limitação a modelos, que envolviam um conjunto de entradas conhecido e do qual resultará um único conjunto de saídas. Apenas era possível resolver os problemas que pudessem ser modelados analiticamente, não se estudava quando o modelo se torna muito complexo envolvendo um grande número de variáveis ou de relações. Nesse caso, recorre-se a simulação como alternativa de solução, uma das formas de se fazer isso é com a chegada dos modelos baseados em agentes (ABMs), os quais possibilitam representar os componentes de um sistema de forma menos simplificada e generalizada, faz-se o possível para analisar e modelar os agentes individualmente (RAILSBACK e GRIMM, 2011).

Os ABMs são, portanto, modelos em que indivíduos ou agentes são descritos como entidades únicas e autônomas que geralmente interagem entre si e com o ambiente localmente. Os agentes podem ser organismos, seres humanos, empresas, instituições e qualquer outra entidade que persiga um determinado objetivo. Ser único implica que os agentes geralmente são diferentes um do outro em características como tamanho, localização, reservas de recursos e histórico. Interagir localmente significa que os agentes geralmente não interagem com todos os outros agentes, mas apenas com seus vizinhos - no espaço geográfico ou em algum outro tipo de "espaço", como uma rede [...] (RAILSBACK; GRIMM, 2011, p.26). “Tradução nossa”.

Por esta razão, a metodologia de ABMs foi um avanço para a necessidade de representação de simulações, estas tão importantes na hora da análise da complexidade dos fenômenos reais que norteiam a sociedade atual.

Os modelos são uma maneira de representar, solucionar problemas, responder questionamentos, realizar previsões, observar padrões de comportamento de um sistema de âmbito internacional, em que o todo é composto por agentes independentes (RAILSBACK e GRIMM, 2011; PAGE, 2014).

Dentre os modelos ABMs existe o modelo Schelling (1971), importante quando se trabalha com a compreensão de como se agrupa determinados grupos de pessoas. Este é chamado de segregação e a priori, leva-se em consideração, o fato de que em geral, as pessoas têm uma preferência por estar perto de pessoas semelhantes, a sua raça, etnia, situação econômica ou outros fatores. Não necessariamente essa pessoa, necessita que haja muitos como ela, porém, existe uma tolerância do sujeito em relação ao todo, para que ela permaneça ou permute do local em que se encontra para outra localidade, que não esteja ocupada.

Há outros dois fatores que devem ser considerados para que se possa representar estes casos, no modelo Schelling (1971). O primeiro, é que o modelo é binário, ou seja, há duas possibilidades para quaisquer que sejam os casos, preto ou branco para raça, rico ou pobre para classe econômica, permanecer ou não matriculado em instituição educativa e assim segue. Deste modo, nota-se de Schelling (1971) que o mesmo não considera os aspectos intermediários, apenas os opostos. O segundo fator, é que se deve admitir o mesmo grau de tolerância a todos os indivíduos inseridos no modelo (BARBOSA, 2016).

Observamos que durante todo o período de tempo em que se atua como estudante de matemática, do câmpus Araguaína, é nítida a existência da diversidade de raça, gênero, cultura, religião entre outras. Também é evidente, que as pessoas costumam andar em grupos, que normalmente são compostos por pessoas que tem algo pertinente em comum. Há grupos com discentes que tem em comum o gosto por estudarem na biblioteca, almoçarem no mesmo horário, irem a festas nos fins de semana, por praticarem o mesmo esporte, ou gostar de jogos de cartas. Enfim, há uma série de fatores que aproximam as pessoas. Perceba que o gosto por praticar esportes não significar não gostar de ler na biblioteca, pode ocorrer, mas isso não é uma regra, porém ainda assim existe a formação de grupos.

Tais percepções foram instigantes ao ponto de despertarem a necessidade de investigar e descobrir os casos de segregação que emergem em um curso de Licenciatura em Matemática, escolhemos explica-las por meio de modelos de segregação que os representasse. Segundo Page (2018, p. 9): “O domínio dos modelos melhora sua capacidade de raciocinar, explicar, projetar, comunicar, agir, prever e explorar”. Dada a importância de explorar essas percepções, por que não fazer uso de modelos para realizar uma tentativa de compreender os casos?

A segregação existe e se faz presente no interior do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Tocantins (UFT) de Araguaína. Visualmente é possível enxergá-la, mas almejamos ir além, estudá-la e realizar algumas afirmações sobre ela. Sendo assim, estudar-se-á este fenômeno fazendo uso da metodologia de modelagem baseada em agentes. Para tal fim, pretende-se saber sobre a seguinte pergunta: **Como se constitui a segregação em um curso de Licenciatura em Matemática câmpus Araguaína segundo o modelo matemático de Schelling (1971)?**

Nossa hipótese é que a segregação se constitui pela intolerância entre os sujeitos. Nossa percepção é que quanto menor for a tolerância entre sujeitos mais segregado são os grupos formados. Assim, nosso objeto geral é analisar a constituição da segregação no curso de Licenciatura em Matemática, câmpus Araguaína, a partir de informações geradas pelos modelos dinâmicos de segregação Schelling (1971).

Objetivo Específico:

1. Aplicar questionário nos discentes do curso de Licenciatura em Matemática câmpus Araguaína;
2. Construir a simulação baseada no modelo de Schelling (1971) usando o *software* NetLogo;
3. Produzir informações a partir dados reais e de simulações sobre a segregação no curso de Licenciatura da UFT.

Após o levantamento de dados pretende-se fazer uso de uma ferramenta estatística: os gráficos, para identificar o perfil dos acadêmicos. Posteriormente, aspira-se realizar algumas afirmações sobre casos de segregação detectados entre os discentes do colegiado de matemática em forma de simulações realizadas na perspectiva do modelo de Schelling (1971). Por fim, almejamos encontrar as funções que representam algumas curvas de casos em que a simulação mostrou a existência de segregação entre os discentes.

1.1 Estrutura descritiva da pesquisa

Este trabalho, encontra -se organizado na seguinte estrutura:

- **Capítulo 1.** Este é composto por uma introdução sintética do trabalho construído. É um convite ao leitor e proporciona detalhes importantes dos Sac's, da modelagem baseada

em agentes, o modelo de Schelling (1971), dos objetivos desta pesquisa e dos motivos pelos quais almejamos estudar os casos de segregação do curso de Licenciatura em Matemática da UFT de Araguaína.

- **Capítulo 2.** Este, aborda essencialmente o referencial teórico utilizado para a construção da pesquisa destaca e define o alicerce (teoria) que proporcionou o desenvolvimento do trabalho, trazendo assim, alguns teóricos destaques dentro da metodologia de modelagem baseada em agentes.
- **Capítulo 3.** Este contém a metodologia utilizada para coleta e análise dos dados obtidos da aplicação de questionário, a cronologia descritiva do que foi realizado no processo de construção desta pesquisa.
- **Capítulo 4.** Contém os resultados construídos da problemática e discussões possíveis, dos principais casos de segregação dos discentes do curso na perspectiva do modelo de Schelling (1971).
- **Capítulo 5.** Neste, estão destacadas as conclusões obtidas de toda a pesquisa, da pergunta de pesquisa, da hipótese esperada e atingida, e a importância dos resultados construídos. Seguido dos capítulos, tem-se as referências bibliográficas e os apêndices.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo delinea a fundamentação a qual sustentou esta pesquisa, sobre os principais casos de segregação dos discentes do curso de Licenciatura em Matemática da UFT de Araguaína na perspectiva de Schelling (1971), nos valendo principalmente do *software* NetLogo e da estatística para analisar as informações coletadas de questionário online, aplicado aos acadêmicos do curso.

Utilizou-se como ponto de partida os teóricos Miller e Page (2007), Oliveira; Rezende e Carvalho (2011); Silva; Moraes (2013), Page (2014), Schelling (1971), Page (2018), Furtado (2018), Macau (2019) e Barbosa (2016). Estes auxiliaram na compreensão dos Sistemas Complexos, Sistemas Adaptativos complexos, modelos voltados para a tomada de decisões, modelagem baseada em agentes e funcionamento do modelo de segregação.

Em seguida estudou-se Railsback e Grimm (2011), Cicogna (2014). As duas obras foram essenciais para o entendimento dos agentes envolvidos na metodologia de modelagem baseada em agentes. Fez-se necessário também conhecer o GeoGebra e estudar Kono (2017) e o NetLogo (1999-2019) para realização de algumas representações importantes para esta pesquisa.

2.1 Percepções de Schelling

Thomas C. Schelling foi professor de economia em Yale e Harvard, e ganhador do prêmio Nobel por ter criado em parceria com Robert J. Aumann, uma teoria de jogos, onde a partir dela se fez possível realizar o estudo de fenômenos de conflito e cooperação (G1, 2017).

Schelling percebeu um padrão de comportamento entre os seres humanos, que as pessoas tendem ao que é comum, elas costumam ter preferência por permanecer ou se mover para próximo à maioria semelhante. A partir disso, ele concluiu que esse tipo de comportamento, realizado pelos seres humanos, gera um fenômeno chamado de segregação. (Page, 2018). O processo é similar ao comportamento de corpos, explicados pela Lei da Gravitação Universal, que garante objetos menores serem atraídos pelos de maior massa, as pessoas se identificam normalmente com outras que lhe seja comum de algum modo, em aspectos relativamente consideráveis.

Schelling (1971, p.143, tradução nossa¹) afirma que “As pessoas se separam de várias linhas e de várias maneiras. Há segregação por sexo, idade, renda, idioma, religião, cor, sabor, vantagem comparativa [...]”. A segregação não ocorre apenas em categorias específicas, mas de forma geral, podendo ocorrer inclusive, de maneira natural e não intencional. “Algumas segregações resultam das práticas das organizações, outras de sistemas especializados de comunicação, outras da correlação com uma variável que não é aleatória; e alguns resultados da interação de escolhas individuais” (SCHELLING, 1971, p. 143,² tradução nossa).

2.2 Modelo de segregação

O modelo de segregação de Schelling (1971), funciona da seguinte maneira:

[...] suponha que os indivíduos tenham preferência por residir próximos a certa quantidade de pessoas da mesma raça que eles — por exemplo, no mínimo 20%. Assim, uma pessoa olha ao seu redor, conta quantos vizinhos têm a sua cor e, se houver menos do que gostaria, muda-se para outro lugar (sorteado aleatoriamente, mas que estava previamente vazio, não ocupado por alguém). Assumindo, que todas as pessoas compartilhem de um mesmo grau de “racismo” ou “tolerância” (nessa acepção absurdamente simplificada), qual é o valor mínimo desse parâmetro para que obtenhamos delimitações raciais muito claras no espaço? [...] (BARBOSA, 2016).

Sinteticamente o modelo apresenta o pensamento de que a segregação está relacionada principalmente a um grau de tolerância que os agentes envolvidos em um sistema dinâmico e real possuem. Essa mesma tolerância em nível similar a todos os agentes do sistema é elemento determinante para a permanência ou permuta desses indivíduos e dessa forma gerar segregação ou agregação em uma categoria específica.

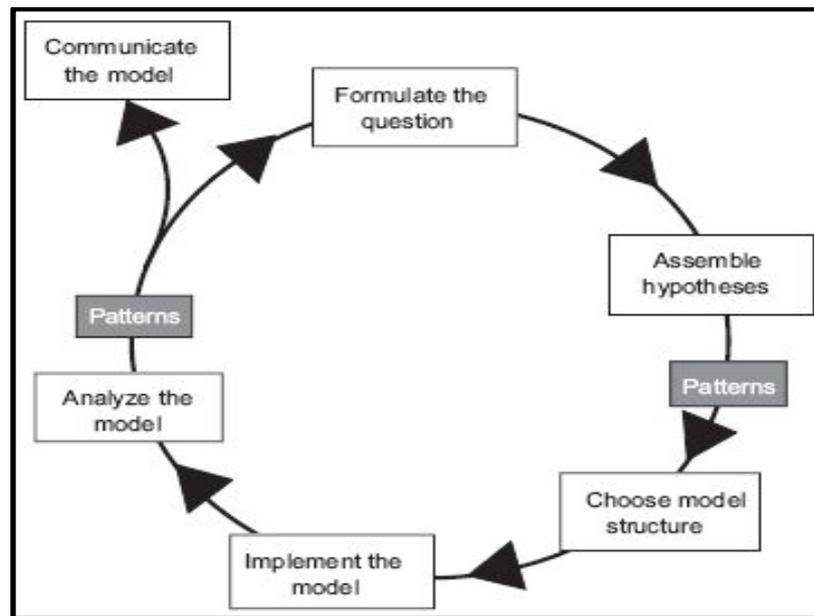
2.3 Modelagem Baseada em Agentes

A modelagem matemática é uma ferramenta valiosa, quando se faz presente a necessidade de interpretar os diversos eventos ambientais, sociais e políticos. Os modelos por sua vez, são em sua essência uma simplificação do mundo que nos norteia, são instrumentos capazes de proporcionar uma previsão, projeção e execução de ações (PAGE, 2014). A Figura 1 mostra uma representação do ciclo da Modelagem Baseada em Agentes.

¹ People get separated along many lines and in many ways. There is segregation by sex, age, income, language, religion, color, taste, comparative advantage, and the accidents of historical location (SCHELLING, 1971, p.143).

² Some segregation results from the practices organizations; some is deliberately organized; and some results from the interplay of individual choices that discriminate (SCHELLING, 1971, p.143).

Figura 1 – Ciclo da modelagem



Fonte: Railsback e Grimm, 2011, p. 23

Segundo Railsback e Grimm (2011), primeiro se formula o problema, esta parte é importante para nortear a pesquisa, é o ponto de partida para atingir os objetivos. Em seguida, monta-se as hipóteses, possibilidades de resultados a serem mostrados da problemática. Depois é realizada a escolha do modelo a ser usado, detalhando-o. Em seguida o modelo escolhido é implementado, por meio dos instrumentos disponíveis, a matemática, os *softwares* e programas computacionais. Seguidamente é realizada a análise do modelo, nesta etapa do ciclo, identifica-se as afirmações que o modelo proporcionou em relação a pergunta de pesquisa e o que se aprendeu com ele. Fora do ciclo, mas relacionado a ele, existe outra etapa pertinente: a comunicação do problema, o mesmo deve ser divulgado de alguma maneira, do contrário, não haveria utilidade na realização e descobertas da pesquisa.

Segundo Furtado (2018, p. 13) a “Modelagem Baseada em Agentes ou, simplesmente, ABM é uma implementação computacional de um ambiente artificial que contém agentes que interagem no tempo e no espaço. Exatamente isso.” Assim a ABM possui nos elementos (os agentes) separados, a capacidade de realizar previsões. Os agentes que compõem a ABM, tem as seguintes características:

[...] **iterativos**, nas quais, por meio da dinâmica do sistema de atividades individuais, é possível identificar um padrão de comportamento agregado. Além de iterativos, os agentes são **adaptativos**, uma vez que agem de forma a melhorar sua condição no ambiente em que atuam, sendo esta, definida por um valor atribuído por performance, utilidade, rendimentos, dentre outros (CICOGNA, 2014, p. 12, grifos nossos).

Desse ponto de vista é válido considerar os discentes, do curso de Licenciatura em Matemática, como sendo agentes, dado que eles possuem as mesmas características. Deste modo admitimos o modelo de Schelling (1971) advindo da modelagem baseada em agentes, que por sua vez vem dos SAC's, sendo estes um dos núcleos dos SC's, como sendo apenas a visão de uma das partes do todo, ou seja, a perspectiva de uma das parcelas dos Sistemas Complexos. Um sistema que possui uma quantidade considerável de agentes que se comportam de maneira de organização própria, ou seja, uma parte de um sistema não pode representar o todo, mas uma interação dentro do todo. É necessário olhar a parte, mas também é essencial observar o todo.

2.4 NetLogo

O NetLogo é um *software*, de interface simples, possibilitando assim, o uso por alunos, professores e pessoas em geral, que não dominam a linguagem de programação avançada. O mesmo vai desde adaptação de modelos já existentes à criação de novos modelos na plataforma (NETLOGO, 1999-2019). Segundo site do NetLogo, ele é:

[...] um ambiente de modelagem programável para simular fenômenos naturais e sociais. Foi de autoria de Uri Wilensky em 1999 e está em desenvolvimento contínuo desde então no Centro de Aprendizagem Conectada e Modelagem Baseada em Computador (NETLOGO, 1999-2019³, tradução nossa).

Por esta razão escolhemos usar esta ferramenta na hora de representar os fenômenos presentes em nossa sociedade, que precisam ser estudados. Principalmente, porque o *software* vem sendo adaptado às necessidades atuais. Nos possibilitando atingir os objetivos desta pesquisa.

³[...] a programmable modeling environment for simulating natural and social phenomena. It was authored by Uri Wilensky in 1999 and has been in continuous development ever since at the Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling. (NETLOGO, 1999-2019).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada a partir de uma abordagem qualitativa. Esta categoria de abordagem abrange oito principais tipos de pesquisas, estudo de casos, etnográfico, microetnográfica, pesquisa-ação/pesquisa participante, análise de conteúdo, análise do discurso, fenomenológica e a dialética materialista-histórica na pesquisa educacional. Além das oito, existem ainda outras voltadas para pesquisas mais específicas (BARROS; MOLINA, 2011). Dentro das possibilidades metodológicas da abordagem qualitativa apontada por Barros e Molina (2011) utilizamos para o desenvolvimento deste trabalho, a denominada como estudo de caso. Nas palavras de Gil (2002, p. 54):

O estudo de caso é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências biomédicas e sociais. Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados.

Por esta razão, tal metodologia foi essencial para o desenvolvimento desta pesquisa, que abordou a problemática de um fenômeno empírico social, que pode ser percebido no interior do curso de Licenciatura em Matemática. O estudo de casos é uma possibilidade pertinente para alguns propósitos definidos por Gil (2002, p. 54), estes são:

a) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos; b) preservar o caráter unitário do objeto estudado; c) descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação; d) formular hipóteses ou desenvolver teorias; e e) explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

Deste modo utilizamos esta modalidade de pesquisa, que se encaixa com o objetivo deste trabalho, buscar dados reais e de simulações sobre a segregação no curso de Licenciatura da UFT, para realizar os procedimentos metodológicos deste trabalho.

Os sujeitos desta pesquisa foram 45 acadêmicos matriculados no curso de Licenciatura em matemática no ano de 2019. A maioria deles são pessoas de baixa renda, que passam por dificuldades para chegar até o câmpus, que por algum motivo, não possuem isenção no restaurante universitário. Alguns vindos de outros Estados do Brasil, dependem de bolsas ou auxílios para se manterem na cidade e/ou no curso. Em geral são pessoas que passam por todas as dificuldades da posição social menos favorecida, classe econômica baixa ou extrema baixa.

3.1 Procedimentos metodológicos

Para elaboração desta pesquisa, fez-se necessário, realizar um levantamento de informações sobre os alunos do curso de Licenciatura em Matemática, além de estudar o

software NetLogo para construção de um modelo de simulação baseada em agentes, que representa alguns dos principais casos de segregação dos discentes do curso e o GeoGebra a fim de encontrar a função a qual modela as curvas plotadas no NetLogo.

3.2 Instrumento de coleta de dados

Existem alguns instrumentos para que se desenvolva o processo de coleta de dados em uma pesquisa. Coleta documental, observação, entrevista, questionário, formulário, medidas de opiniões e de atitudes, técnicas mercadológicas, testes, sociometria, análise de conteúdo e história de vida, são instrumentos e técnicas pertinentes diante da necessidade de realizar um levantamento de dados (MARCONI; LAKATOS, 2003). Diante das possibilidades optamos por fazer uso do questionário. Este instrumento é definido como sendo:

[...] constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador. Em geral, o pesquisador envia o questionário ao informante, pelo correio ou por um portador; depois de preenchido, o pesquisado devolve-o do mesmo modo (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 201).

O questionário ocorre sem a presença de quem entrevista, tornando-as viáveis para atividades assíncronas. Porém o mesmo deve ser adaptado para um uso com meios mais modernos, ou seja, questionário online enviado por e-mail. Segundo Marconi e Lakatos (2003), é importante que se evidencie ao entrevistado a pertinência e a natureza da pesquisa que está sendo desenvolvida, a fim de que o interesse em responder, seja despertado. Pois o retorno é de aproximadamente 25% dos questionários enviados. Além disso devemos nos atentar a algo muito importante, isto é:

Quanto ao vocabulário, as perguntas devem ser formuladas de maneira clara, objetiva, precisa, em linguagem acessível ou usual do informante, para serem entendidas com facilidade. Perguntas ambíguas, que impliquem ou insinuem respostas, ou que induzam a inferências ou generalizações, não podem constar. (MARCONI; LAKATOS, 2003, p.210).

Buscamos formular perguntas de simples compreensão nas palavras, visando a respostas de todos os discentes que acessassem ao questionário enviado. Para que se atingisse o objetivo desta pesquisa, inicialmente foi feito o levantamento dos dados pertinentes relacionados à problemática. Dada a existência de algumas ferramentas na plataforma do Google, e dentre elas uma chamada de formulário, com as mesmas características de questionário, fizemos uso dela, para obtermos estes dados.

Desta forma, desenvolvemos o questionário para envio aos discentes. Este foi composto por solicitação de dados e perguntas de múltipla escolha. Solicitamos ao entrevistado, o e-mail

e número de inscrição, para garantir que o mesmo acadêmico do curso não responda mais de uma vez, ou que não haja respostas de pessoas não matriculadas no curso. Das 15 questões que compõem o questionário, todas de múltipla escolha, uma delas, tem a necessidade de ser justificada, descrevendo assim, os motivos pelos quais a opção foi selecionada. Dentre as questões que compõem o questionário, citado anteriormente, algumas foram formuladas para extrair principalmente informações sobre o perfil dos discentes do curso de Licenciatura em Matemática e outras, especificamente, para identificar se há casos de segregação no interior do curso. O questionário possui perguntas que vão de autodeclaração de cor à hipótese pelas quais os acadêmicos evadiriam do curso.

Segundo Marconi e Lakatos (2003, p. 203) “Depois de redigido, o questionário precisa ser testado antes de sua utilização definitiva, aplicando-se alguns exemplares em uma pequena população escolhida”. Após a conclusão do questionário realizamos um teste em cinco colaboradores que se dispuseram a ajudar neste processo.

Em seguida, o questionário foi encaminhado ao e-mail de todos os discentes, do colegiado de matemática. Isso se fez possível, porque a coordenação do curso de Licenciatura em Matemática, por meio de uma solicitação disponibilizou os endereços eletrônicos dos acadêmicos. O mesmo esteve disponível para resposta dos estudantes, trinta dias, de 28 de agosto de 2019 à 28 de setembro de 2019. Além do envio via e-mail foi realizada a divulgação do formulário, de duas maneiras distintas, primeira e continuamente, via grupo do WhatsApp, em seguida, por meio de abordagens pessoalmente, com pelo menos um aluno de cada período do curso, a fim de que o mesmo fosse respondido pelo maior número de alunos possível, dentro do prazo estabelecido para preenchimento.

O processo de coleta de informações não se deu exatamente como planejado. A princípio se pretendia obter um retorno de pelo menos cem, dentre os duzentos e dezesseis questionários enviados, em um prazo oito dias. Não foi possível proceder dessa maneira. Um dos primeiros obstáculos, se deu logo no envio, pois, o mesmo é limitado para apenas cem endereços eletrônicos a cada vinte e quatro horas. Por esta razão, realizamos uma divisão dos mesmos a fim de que todos recebessem, no menor tempo possível. No primeiro dia disponibilizado, o formulário foi enviado à cem e-mails, no segundo dia mais cem endereços tiveram acesso ao mesmo e no terceiro e último dia de envio, aos dezesseis que faltavam para completar o total de estudantes matriculados no curso. Ao vencimento do prazo previsto para oito dias, apenas dezoito acadêmicos haviam respondido, fez-se necessário então, estendê-lo. Aumentado para quinze dias, ao fim deste novo prazo, notou-se um quantitativo extremamente inferior à cem

respostas. Deste modo, foi estipulado um último prazo que totalizasse em trinta dias, visando, mais uma vez não ocorrer como o esperado, obtemos um total de quarenta e cinco questionários respondidos.

3.3 Método de análise dos dados do questionário

Após o processo de coleta de informações, realizamos a leitura dos dados obtidos. A primeira parte da leitura foi apenas uma leitura explorativa breve, de cada um dos respondentes individualmente. Num segundo instante, fizemos uma leitura das estatísticas apontadas nos gráficos gerados pelo Google forms. A partir dessa leitura, analisamos estes gráficos e realizamos algumas afirmações sobre os mesmos, destacamos o que as imagens falavam a respeito dos acadêmicos do curso de Licenciatura em Matemática da UFT, câmpus Araguaína. Em seguida selecionamos as questões que faziam sentido analisar segundo o modelo de Schelling (1971), simulamos os dados coletados delas no NetLogo e efetivamente fizemos as afirmações que se mostraram sobre os acadêmicos respondentes.

Nosso método de análise é o modelo de segregação de Schelling (1971), no *software* NetLogo. Para que se compreenda como o modelo de Schelling (1971) opera, traremos uma exemplificação por meio de ilustrações simples construídas no programa *Paint*,

Como dito anteriormente no Capítulo 1, o modelo de Schelling (1971) trata-se de um modelo binário, que utiliza os extremos para realizar as representações, neste caso, usaremos pessoas ricas, representadas por “**R**”, e pessoas pobres, pela letra “**P**”. Admitiremos também, o grau de tolerância dos sujeitos, em **30%**. Para identificação de satisfação, vale a seguinte relação: **quantidade de similares ao agente analisado**, sobre a **quantidade de casas ocupadas na vizinhança**. Se o resultado da relação for maior ou igual da tolerância mínima de similares do agente analisado, este estará satisfeito em permanecer no local em que se encontra, mas se o resultado for menor do que o limiar, então o sujeito será permutado aleatoriamente para uma que não contenha indivíduos nela (vazia). Alguns termos serão definidos logo mais, para melhor compreensão da relação anterior e da exemplificação que virá.

Os destaques em amarelo são para destacar a parte do esquema, a qual está sendo mencionada.

Figura 2 – Exemplificação de Schelling (1971)

P		P	R
P	R		R
R		P	P
	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Na Figura 2, os indivíduos foram distribuídos aleatoriamente, em uma grade 4x4. A grade representa, o bairro em que moram, e, os quadrados as casas.

Figura 3 – Exemplificação de Schelling (1971)

P	○	P	R
P	R	○	R
R	○	P	P
○	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Na Figura 3, os espaços vazios destacados, representam as casas em que, inicialmente, não contém moradores.

A partir de agora iremos observar um a um os agentes e identificar quais estão “satisfeitos” e quais não estão. As casas vizinhas são neutras no quesito satisfação. Logo, não são consideradas nos cálculos. Cada agente da grade possui oito casas vizinhas a ele, estas são todos os quadrados que interceptam o sujeito analisado por arestas e por vértices. A grade é contínua e por isso considera-se casas vizinhas, as imediatamente nas pontas. Percebem que algumas casas se encontram ocupadas e outras não. A figura 4 destaca algumas das afirmações realizadas aqui.

Figura 4 – Exemplificação de Schelling (1971)

Ⓟ	✓	P	R
P	R		R
R		P	P
✓	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Ao observarmos as casas vizinhas ocupadas, do morador destacado na Figura 4, observaremos que $2/6 = 0,33$ (aproximadamente) = 33% > 30%, são pobres. (**Morador satisfeito**). Logo, o mesmo permanece no local.

Figura 5 – Exemplificação de Schelling (1971)

P		P	R
P	R		R
R		P	P
	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Na Figura 5, podemos observar que das casas vizinhas ocupadas, $1/6 = 0,17$ (aproximadamente) = 17% < 30%, são pobres, morador insatisfeito. Logo, o mesmo muda, aleatoriamente, para qualquer uma das casas vazias da grade.

Figura 6 – Exemplificação de Schelling (1971)

P		P	R
P	R		R
R		P	P
	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Na Figura 6, podemos observar que das casas vizinhas ocupadas, $3/6 = 0,5 = 50\% > 30\%$, são ricos, morador satisfeito. Logo, o mesmo permanece no local.

Figura 7 – Exemplificação de Schelling (1971)

P		P	R
P	R		R
R		P	P
	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Na Figura 7, é possível notar que as casas vizinhas ocupadas são $2/6 = 0,33$ (aproximadamente) = 33% > 30%, são pobres, morador satisfeito. Logo, o mesmo permanece no local.

Figura 8 – Exemplificação de Schelling (1971)

P		P	R
P	R		R
R		P	P
	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Na Figura 8, é possível notar que das casas vizinhas ocupadas, $1/5 = 0,2 = 20\% < 30\%$, são ricos, morador insatisfeito. Logo, o mesmo permuta, aleatoriamente, para qualquer uma das casas vazias da grade.

Figura 9 – Exemplificação de Schelling (1971)

P		P	R
P	R		R
R		P	P
	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Na Figura 9, é possível notar que das casas vizinhas ocupadas, $2/7 = 0,29$ (aproximadamente) = 29 % < 30%, são ricos, morador insatisfeito. Logo, o mesmo permuta, aleatoriamente, para qualquer uma das casas vazias da grade.

Figura 10 – Exemplificação de Schelling (1971)

P		P	R
P	R		R
R		P	P
	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Na Figura 10, é possível notar que das casas vizinhas ocupadas, $3/6 = 0,5 = 50\% > 30\%$, são ricos, morador satisfeito. Logo, o mesmo permanece no local.

Figura 11 – Exemplificação de Schelling (1971)

P		P	R
P	R		R
R		P	P
	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Na Figura 11, é possível notar que das casas vizinhas ocupadas, $2/6 = 0,33$ (aproximadamente) = 33% > 30%, são pobres, morador satisfeito. Logo, o mesmo permanece no local.

Figura 12 – Exemplificação de Schelling (1971)

P		P	R
P	R		R
R		P	P
	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Na Figura 12, é possível notar que das casas vizinhas ocupadas, $2/6 = 0,33$ (**aproximadamente**) = **33 %** > **30%**, são pobres, morador satisfeito. Logo, o mesmo permanece no local.

Figura 13 – Exemplificação de Schelling (1971)

P		P	R
P	R		R
R		P	P
	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Na Figura 13, é possível notar que das casas vizinhas ocupadas, $3/5 = 0,6 = 60\%$ > **30%**, são pobres, morador satisfeito. Logo, o mesmo permanece no local.

Figura 14 – Exemplificação de Schelling (1971)

P		P	R
P	R		R
R		P	P
	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Na Figura 14, é possível notar que das casas vizinhas ocupadas, $2/6 = 0,33$ (**aproximadamente**) = **33 %** > **30%**, são ricos, morador satisfeito. Logo, o mesmo permanece no local.

Figura 15 – Exemplificação de Schelling (1971)

P		P	R
P	R		R
R		P	P
	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Na Figura 15, é possível notar que das casas vizinhas ocupadas, $3/7 = 0,43$ (**aproximadamente**) = **43%** > **30%**, são ricos morador satisfeito. Logo, o mesmo permanece no local. Vejamos agora, após realizarmos todos os cálculos, os sujeitos que se encontram insatisfeitos.

Figura 16 – Exemplificação de Schelling (1971)

P		P	R
P	R		R
R		P	P
	P	R	R

Fonte: Autoria própria

Os indivíduos destacados na Figura 16, representam os sujeitos insatisfeitos que permutaram, aleatoriamente, para uma das casas vazias da grade.

Figura 17 – Exemplificação de Schelling (1971)

P	R*		R
P		R*	
R		P	P
P*	P	R	R

Fonte: Autoria própria

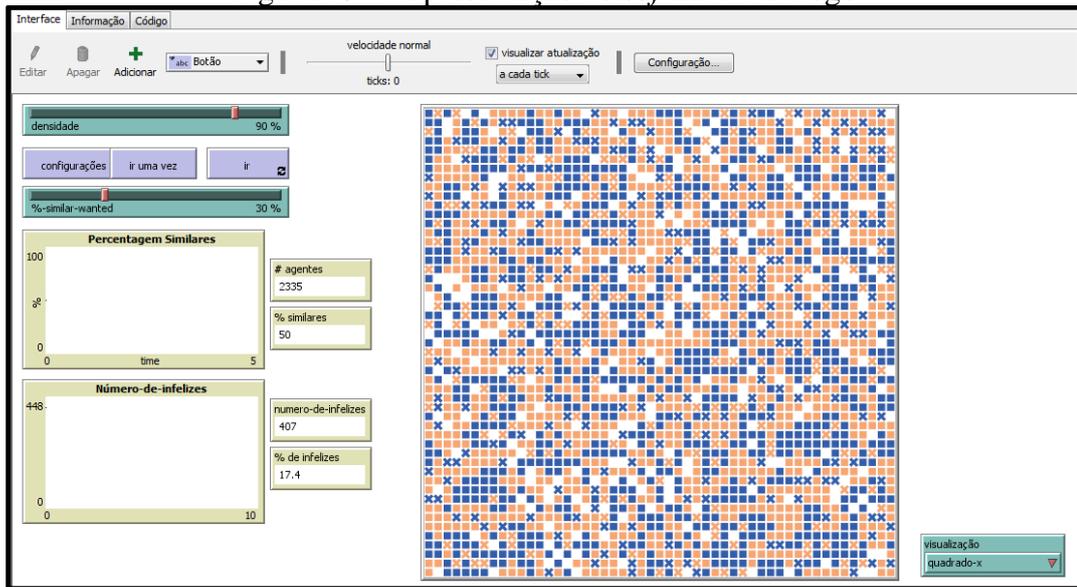
A Figura 17, é uma das possibilidades de resultado, após a permuta dos agentes insatisfeitos. Estes agentes não satisfeitos estão representados na imagem, por um “*” na frente da letra que representa a classe do sujeito. Se fossemos realizar os cálculos a partir na nova grade obtida, outros agentes estariam insatisfeitos, sendo necessário, realizar a permuta de casa, e esse processo iria se repetir algumas vezes até que todos estivessem satisfeitos, ou, chegássemos a conclusão de que não há possibilidade de todos estarem felizes ao mesmo tempo. Cabe, ainda, a seguinte observação: se o grau de tolerância dos indivíduos, quanto a seus semelhantes, para permanência, fosse maior que 35% por exemplo, o número de pessoas insatisfeitas inicialmente e, conseqüentemente, a quantidade de permutas, seria consideravelmente maior.

3.4 Estudo do *software* NetLogo

Em geral, pode-se considerar que há muitos casos a se analisar, que uma ação pode mudar o todo, razoavelmente ou extremamente. Suponhamos que se tratasse de uma região da cidade, ou de uma cidade inteira, os cálculos e possibilidades aumentariam ainda mais. Esse processo se tornaria lento e praticamente impossível de ser representado à mão. O *software*

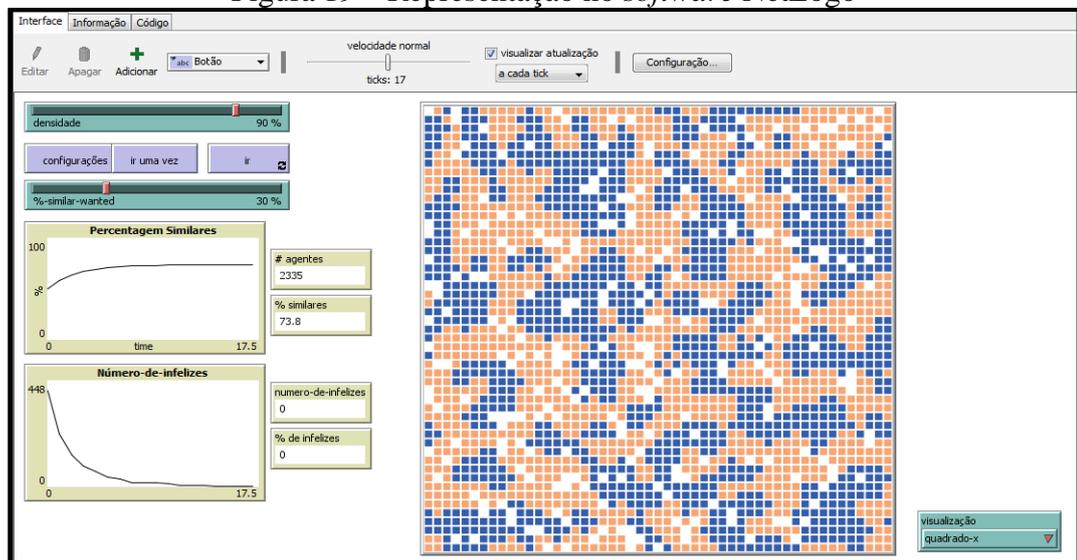
NetLogo auxilia nesse processo de análise e apresenta uma imagem, que mostra o quão segregado pode se tornar, ou não, no momento em que todos os agentes se encontrassem satisfeitos, ou nos indica que ficará variando continuamente. Mas esse processo só é possível de ser realizado no *software*, porque existe nele uma janela chamada códigos, onde se encontram as programações do modelo estudado. Em uma partição do código, o próprio *software* possui uma programação que realiza as contas que foram feitas na exemplificação anterior. Esta programação localizada entre os comandos “*to up date turtles*”, e “*end*”, que significam respectivamente, atualizar tartaruga e fim, conta os indivíduos e verifica se a quantidade de vizinhos, está dentro ou fora do grau de tolerância mínima de similares dos agentes, em seguida, determina um a um, se eles se encontram felizes ou não, para assim, enviar uma mensagem de permanência ou permuta.

Uma exemplificação do que foi dito, pode ser vista nas imagens abaixo, mas antes, compreenda que nas imagens da interface do *software*, o controle “**densidade**”, está controlando, a porcentagem do todo que deve ser ocupada pelos agentes, o “**%tolerância-mínima**”, está indicando a tolerância de todos os indivíduos, em relação a porcentagem de agentes semelhantes a eles necessários para que não haja permutação, ou seja, está determinando, o quanto eles suportam os diferentes deles, podemos perceber que se trata de 100% menos a tolerância mínima, para todos os casos. O quadro “**agentes**”, evidencia a quantidade de agentes contidos no quadro, o “**similar**” mostra os dois extremos representados pelas cores azuis ou alaranjadas, divididos em torno de 50% cada um. Os mesmos estão divididos em torno de 50% de cada uma. Os “**ticks**” são contadores de tempo, que aumenta conforme a programação, no nosso caso de um em um, até que não tenha agentes infelizes. Além disso podemos variar a velocidade de mudança de ticks em lenta, normal e rápida. Na grade, os quadrados brancos representam casas não ocupadas, os alaranjados e azuis por agentes de cores correspondentes. Os x_i , representam os agentes insatisfeitos, que desejam permutar, para um local que não esteja ocupado.

Figura 18 – Representação no *software* NetLogo

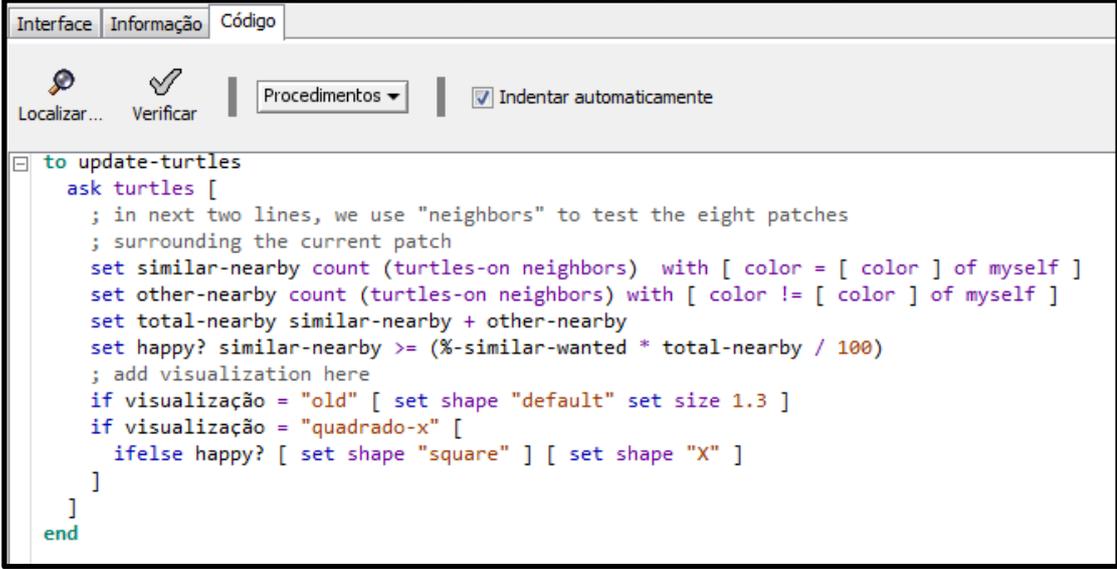
Fonte: NetLogo

A Figura 18, é a imagem inicial, programada para que os agentes ocupem 90% da grade, contenha 2335 agentes, que estejam divididos igualmente, entre os dois extremos azul e alaranjado. Observe que, a priori, há 407 agentes infelizes com sua localização, ou seja, 17,4 % dos 2335.

Figura 19 – Representação no *software* NetLogo

Fonte: NetLogo

A Figura 19, representa o quadro de segregação, quando todos os agentes, se encontram satisfeitos, em suas localizações atuais. Podemos concluir dessa representação que, a pesar dos sujeitos serem bastante tolerantes, pois suportam até 70 % seja diferente, ainda assim, claramente houve segregação, ou seja, existiu a formação de grupos entre os comuns.

Figura 20 – Programação no *software* NetLogo


```

Interface  Informação  Código
Localizar...  Verificar  Procedimentos  Indentar automaticamente

to update-turtles
  ask turtles [
    ; in next two lines, we use "neighbors" to test the eight patches
    ; surrounding the current patch
    set similar-nearby count (turtles-on neighbors) with [ color = [ color ] of myself ]
    set other-nearby count (turtles-on neighbors) with [ color != [ color ] of myself ]
    set total-nearby similar-nearby + other-nearby
    set happy? similar-nearby >= (%similar-wanted * total-nearby / 100)
    ; add visualization here
    if visualização = "old" [ set shape "default" set size 1.3 ]
    if visualização = "quadrado-x" [
      ifelse happy? [ set shape "square" ] [ set shape "X" ]
    ]
  ]
end

```

Fonte: NetLogo

A Figura 20 é a programação que permite o cálculo que determina a satisfação ou não dos agentes. Sinteticamente, significa que para o *software* gerar a Figura 19 de acordo com os parâmetros em que a simulação foi programada, o sistema realizou a contagem para cada um dos agentes (turtles) de todos os outros que ocupam as oito casas vizinhas. Após esse processo o sistema perguntou se os agentes estavam satisfeitos e indicou que para isso, os similares nas proximidades deveriam ser maiores ou iguais a porcentagem de agentes similares desejados multiplicado pelo total de agentes existentes nas proximidades, então divide por 100. Em seguida o *software* responde à pergunta, de duas maneiras, colocando em forma de quadrado, os satisfeitos, e em forma de x os insatisfeitos. O mesmo processo se repetiu até que o sistema atingisse um estado de equilíbrio, momento em que não houve nenhuma turtle insatisfeita.

As imagens vistas acima, mostra a interface do modelo original de Schelling (1971) no NetLogo. Esse *software* vem sendo adaptado continuamente e desta forma o modelo também veio sendo adequado. Descobrimos que além do original, a biblioteca do *software* possui pelo menos mais quatro modelos de segregação. Existe o modelo Segregação Simples, Segregação Simples Extensão 1, Segregação Simples Extensão 2 e Segregação Simples Extensão 3. De fato, os mesmos são modelos de linguagem mais simplificada e intuitiva. Por esta razão, optamos por fazer uso das extensões, na hora de realizar as análises. Usaremos a extensão segregação simples e segregação extensão 3. Segregação simples utilizaremos, porque trabalha exatamente como a exemplificação anterior, porém de uma forma simplificada. A Segregação extensão 3, usaremos porque ela traz consigo possibilidades extras de modelar problemas. Essa adaptação faz uma inversão do modelo de Schelling (1971) para analisar casos em que os

sujeitos ficam satisfeitos quando seus vizinhos é ou tem algo distinto deles. Neste caso, ser tolerante é aturar o similar, ser intolerante é querer uma enorme quantidade de diferentes nas proximidades.

3.5 Regra de tolerância e seus níveis

Determinamos dois parâmetros para a simulação dos modelos, o primeiro é número de agentes, foi chamado de número no NetLogo ele varia de zero até 2500. Nele há a regra é de dividir a população de agentes em duas partes iguais, por exemplo, se temos agentes que representam cor da pele, branca ou negra, e deslizamos o botão “número” até 1000, significa que o simulador criará metade de uma cor e metade de outra cor.

Outro parâmetro foi a “%-similar-desejados”, varia no NetLogo de zero a 100%. Esse botão representa a tolerância e intolerância de um agente, por exemplo, se deslizarmos o botão até 25% significa que o agente é tolerante, pois aceita até 75% de indivíduos distintos para se sentir “feliz” e permanecer onde está.

Após alguns testes no *software* NetLogo, na tentativa de criar uma régua para medir segregação de acordo com o grau de tolerância dos sujeitos analisados, chegamos há alguns números em porcentagem, que são determinantes na hora de executar o modelo de Schelling (1971). Esses valores refletem diretamente, no resultado (a simulação final) da interface do *software*, na existência ou não de segregação e se houver destaca a intensidade dela. Adotamos assim, a seguinte relação de segregação: **inexistência, baixa, média, alta e altíssima**. Nossa hipótese: “a segregação se constitui pela intolerância entre os sujeitos” nos mostra que se considerarmos essa escala para segregação, quando colocarmos o parâmetro “%-similar-desejados” em valor alto, como por exemplo, 80% ou 90% teríamos segregação inexistente. Já o contrário se ele assumir valores baixos 20% ou 30% esperávamos, pela hipótese, uma segregação altíssima.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Lembramos e esclarecemos que todas as afirmações são baseadas em uma amostra de aproximadamente 45 respostas de 216 questionários enviados aos discentes do curso em Licenciatura em Matemática. Ou seja, aproximadamente 21% dos acadêmicos representarão a população do curso.

Analisaremos algumas questões, tanto estatisticamente, expondo gráficos gerados que foram automaticamente pelo Google forms, a partir das respostas dos discentes à essas perguntas, quanto pelo nosso método principal, o modelo de segregação de Schelling (1971), no *software* NetLogo.

Nos gráficos, estarão representadas em porcentagem, as respostas dos 45 discentes respondentes, em relação à questão a qual estará sendo analisada. Como o sistema de tabulação de dados do Google forms não adiciona o percentual relativo em todos os setores do gráfico, abaixo dos mesmos, eles estarão representadas algebricamente, com suas legendas correspondentes.

As resposta dos discente direcionam a simulação no NetLgo e o número é expandido de 45 para 2500 agentes distribuídos aleatoriamente na grade. Outro fato importante a se esclarecer é que no momento de realizar as representações, as porcentagens do parâmetro “%-similar-desejados” (tolerância mínima) dos agentes foi programada para trabalhar percentuais inteiros positivos, variando de 0 a 100%

4.1 O perfil dos acadêmicos do curso de Licenciatura em Matemática da UFT de Araguaína

Os acadêmicos do curso de Licenciatura em Matemática são pessoas que possuem diversidade de raça, estando distribuídos em ordem decrescente de quantidade, em pardos, pretos, brancos e amarelos. Estes discentes possuem um posicionamento político, que se encontra distribuído principalmente entre esquerda e centro, havendo uma pequena quantidade de direita e extremistas de esquerda. São majoritariamente sujeitos de baixa renda, contendo alguns de classe média e uma pequena parcela que são extremamente menos favorecidos de recursos financeiros. A maioria deles residem na cidade e não trabalham, mas existem alguns que são de outras cidades relativamente próximas, os mesmos residem principalmente em casa própria e alugada. Apenas uma pequena parcela deles possui isenção no Restaurante Universitário da Universidade. Quase metade desses discentes não recebem auxílio ou bolsa.

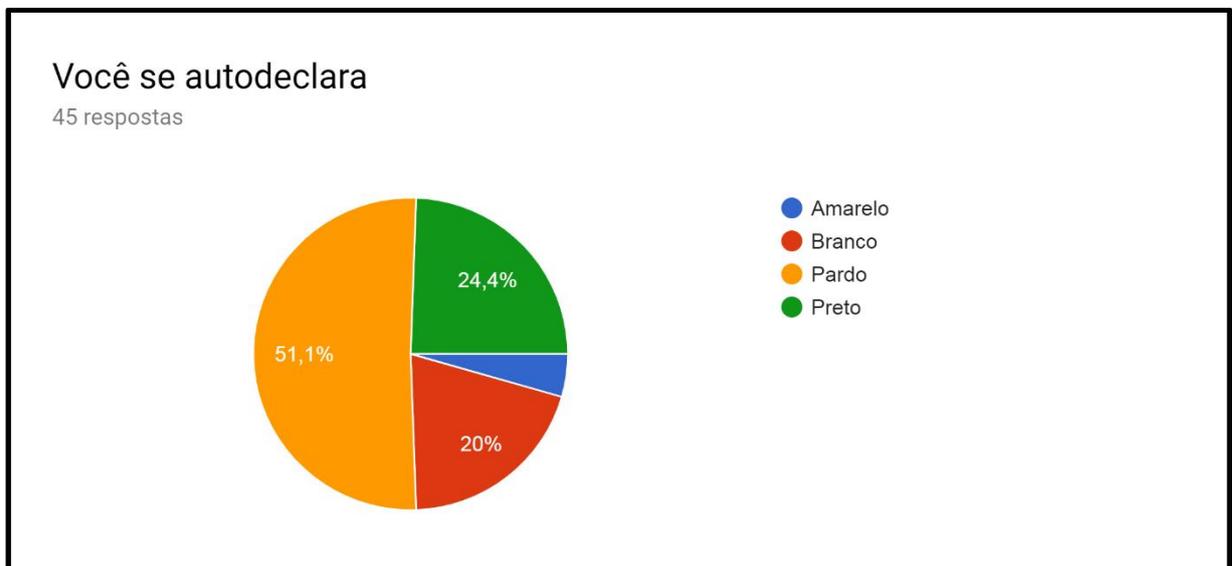
São acadêmicos que veem a UFT como sendo a melhor instituição de educação superior de Araguaína. Pouco mais da metade deles ainda fariam o curso se tivessem recursos financeiros à disposição, isso mostra que existem uma quantidade considerável deles que querem ser professores. São acadêmicos que necessitam de R\$ 0,00 a R\$ 1200,00 no mínimo, para continuarem no curso, esses valores estão relacionados diretamente com a classe social a qual pertencem.

A maioria dos discentes evadiriam do curso se tivessem problemas familiares, corte de bolsas, dificuldade com as disciplinas e falta de tempo, com destaque os dois primeiros motivos. Dentro do leque de questões, iremos analisar os casos causadores de segregação.

4.2 O modelo de segregação de Schelling (1971) como método de análise das questões de segregação do curso de Licenciatura em Matemática

O Gráfico 1, mostrou que há diversidade de raças dentro curso. Evidenciou-se nos percentuais, o fato de que a maioria destes acadêmicos (pardos, pretos e brancos), possuem alto nível de tolerância, dado que, por serem maioria, se sentem representados dentro do colegiado. Para todos os lados que os mesmos olharem, existirão pessoas de mesma cor ou semelhante.

Gráfico 1 – Questionário



Fonte: Google forms

O setor correspondente à “Amarelo” representa 4,4%. Para que se adequem ao modelo de segregação de Schelling (1971), iremos separar essa diversidade de raças em dois polos que façam sentido, “brancos” e “não brancos”. Pela diversidade os pretos, pardos e amarelos, que representa os não brancos formam um grupo de agentes que terão uma grande tolerância em

relação a cor da pele do outro. Analisaremos esta questão sobre a autodeclaração racial dos acadêmicos no NetLogo, segundo Schelling (1971), pois percebemos a mesma é um dos casos clássicos geradores de segregação.

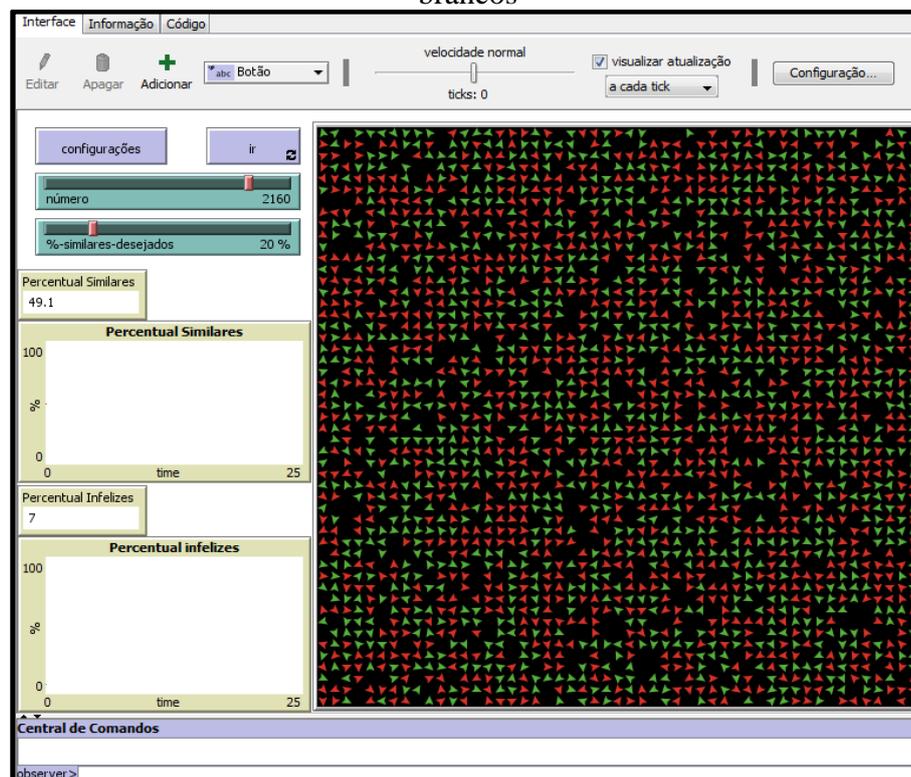
Para a análise no modelo de Schelling (1971) adotamos, dois extremos, separando assim, os discentes em “brancos” e “não brancos”. Deste ponto de vista, a soma $23 + 11 + 2 = 36$ que representam **80%** dos 45 estudantes que se autodeclaram “não brancos”. Assim, faremos a simulação inicial com a “%-similar-desejados” (tolerância) **20%**, ou seja, estes necessitam que haja pelo menos 20%, de agentes semelhantes a eles, para que permaneçam da maneira em que se encontram, ou seja, se a for o número de vizinhos semelhantes ao agente e tivermos os oito vizinhos, então:

$$\frac{a}{8} = 0,2$$

$$a = 0,2 \cdot 8 = 1,6 \approx 2 \text{ vizinhos.}$$

Nas condições ditas serão necessários dois vizinhos semelhantes para que o agente analisado permaneça no lugar onde está, valores abaixo disso o agente muda de lugar. Nosso argumento para compreendermos a “%-similar-desejados” baixa é por pela alta diversidade dos discente do curso. Na Figura 21 apresentamos o comportamento das respostas dos acadêmicos à esta questão, no *software*.

Figura 21 – Programação inicial no *software* NetLogo do ponto de vista dos acadêmicos não brancos



Fonte: NetLogo

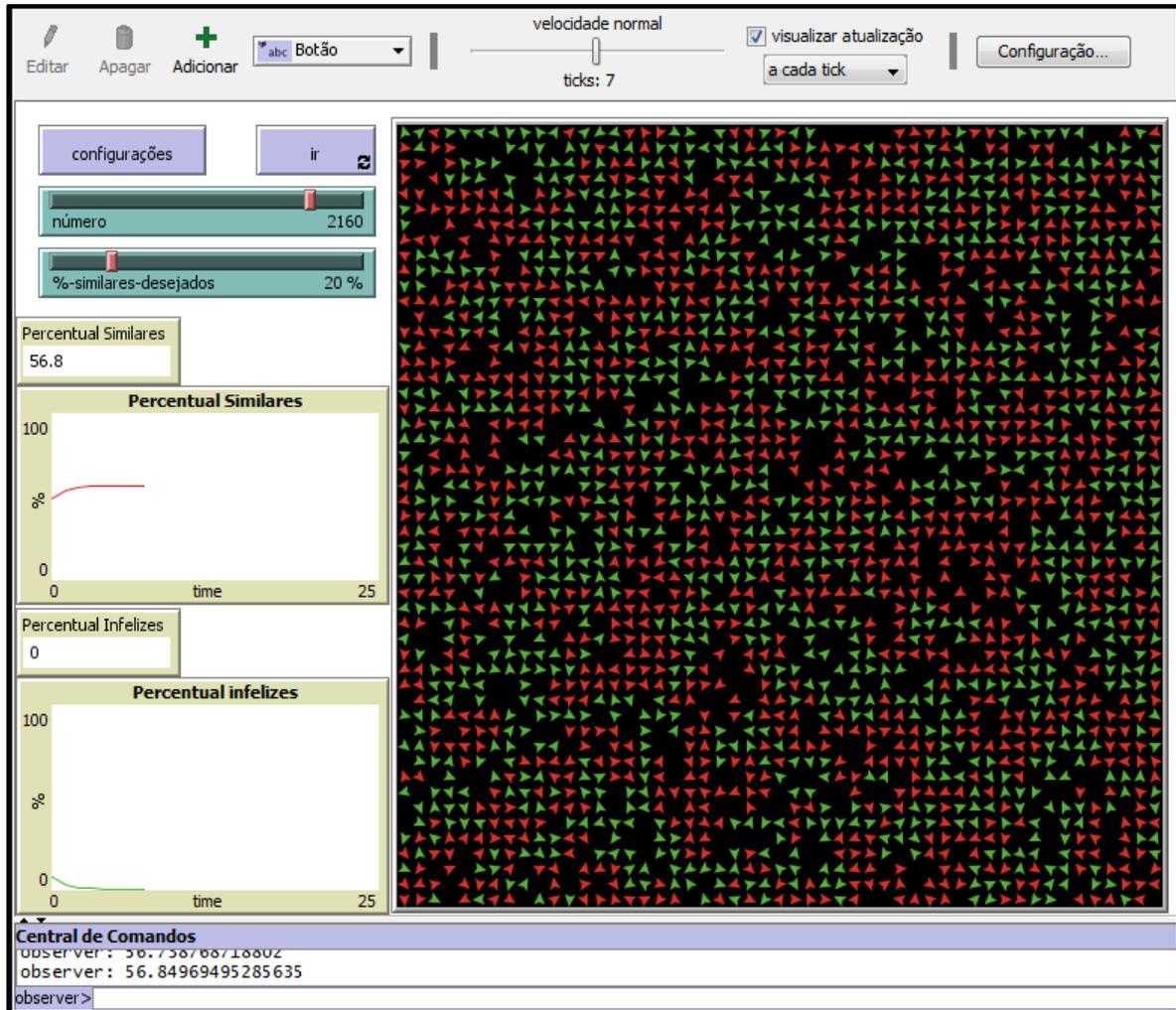
A Figura 21, mostra a interface do modelo de Schelling (1971) no NetLogo de cima para baixo temos dois botões, “Configuração” e “Ir”, o primeiro quando clicado cria os agentes. Embora não importe, pois o número de agentes é dividido na metade para “brancos” e “não branco”, estamos supondo que os agentes de cor verde representam os “não brancos” e os vermelhos os “brancos”. Em seguida temos um botão do tipo controle deslizante, ele representa o parâmetro número de agentes e desliza no intervalo [0, 2500]. Também, como controle deslizante tem-se o parâmetro “%-similar-desejados” que representa a tolerância dos agentes para mudar ou não de lugar. Abaixo desse botão, temos os dispositivos de saída do simulador.

Existem dois “Percentual Similares”, o primeiro, mostra a porcentagem do momento atual “tick”. Ao clicar no botão “Ir” o *software* executa a simulação e ocorrem vários momentos “tick” e os resultados que são apresentados no monitor “Percentual Similares” gera, abaixo do monitor, um gráfico com o nome “Percentual Similares” dos pares ordenados (tick, percentual de vizinhos similares ao agente). Os dois últimos, da mesma forma que o anterior, mostra os agentes infelizes por não terem a porcentagem necessária de vizinhos semelhantes a ele. É mostrado no primeiro a coordenada “Percentual Infelizes” e depois o gráfico gerado pelo par ordenado (tick, percentual de vizinhos não similares ao agente), lembramos que “tick” é o tempo no *software*.

Como o NetLogo foi programado para dividir a população em, mais ou menos, 50% para “brancos” e “não brancos” a simulação, independentes do números de agentes e da “%-similar-desejados” que atribuímos a ela, sempre se inicia com o “Percentual Similares” em torno de 50% também, já o “Percentual Infelizes” varia conforme variam o número de agentes e a porcentagem de vizinhos similares a ele.

A Figura 21 apresenta que para os parâmetros: *número de agentes* =2160; “%-similar-desejados” = 20% quando o botão “Configuração” é acionado, visualiza-se no monitor “Percentual Similares” o valor 49.1% e no gráfico “Percentual Similares” um ponto em vermelho, o primeiro par ordenado (tempo, vizinhos semelhantes) com os valores (0, 49.1). O decimal representado com ponto e não com vírgula é porque o NetLogo considera a representação do separador decimal dos países de cultura inglesa. Para os parâmetros supracitados, ao clicarmos várias vezes, sempre teremos os valores iniciais de simulação para “Percentual Similares” em torno de 50% e “Percentual Infelizes” próximo de 7%.

Figura 22 – Representação de segregação no *software* NetLogo do ponto de vista dos acadêmicos não brancos



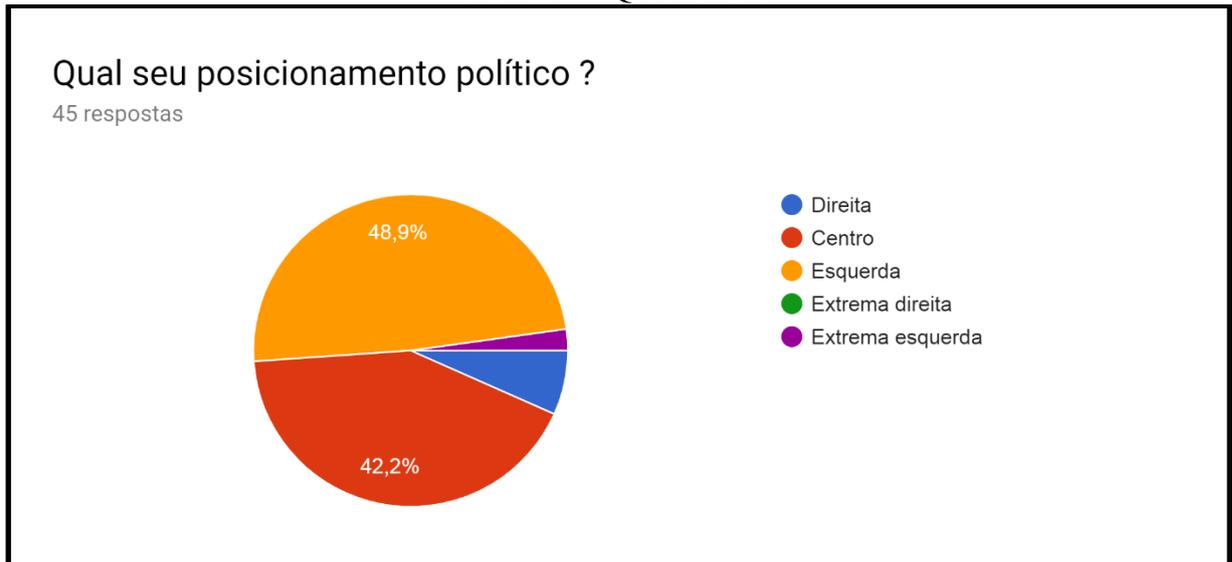
Fonte: NetLogo

A Figura 22 corresponde ao instante em que o sistema se estabilizou. Isto é segundo Page (2016) quando todos os agentes ficaram satisfeitos e não desejaram mais mudar de lugar, ou seja, o sistema entrou em equilíbrio, significa que o sistema se manterá dessa maneira, pois se não houver infelizes o sistema não permite permutações. Observamos, assim, que a simulação só se encerra se o percentual de infelizes for zero. Esse valor é importante, pois indica que a programação da simulação corresponde a algo que já esperávamos do modelo, se encerrar quando todos os agentes estão “satisfeitos”.

Embora o simulador nos retornou valores iniciais esperados, a simulação gerou segregação em apenas 7 interações, esse valor ficou no intervalo [5, 11] interações para que os agentes estivessem “felizes”, evidências de uma segregação baixa. Ou seja, há segregação e esperávamos a inexistência dela pela hipótese criada, a qual começa a ser refutada.

Se observarmos os gráficos plotados pelo *software*, que relaciona ticks e percentual de similares e *ticks* e percentual de infelizes. No primeiro, essa quantidade cresce rapidamente em seguida ela é inibida e se mantém estável. De maneira semelhante, acontece com a segunda plotagem, porém esta diminui rapidamente e em seguida se estabiliza. Isso significa que a baixa segregação dos acadêmicos se dá de maneira rápida e logo em seguida eles se mantêm. Passemos a analisar o posicionamento político dos discentes.

Gráfico 2 – Questionário

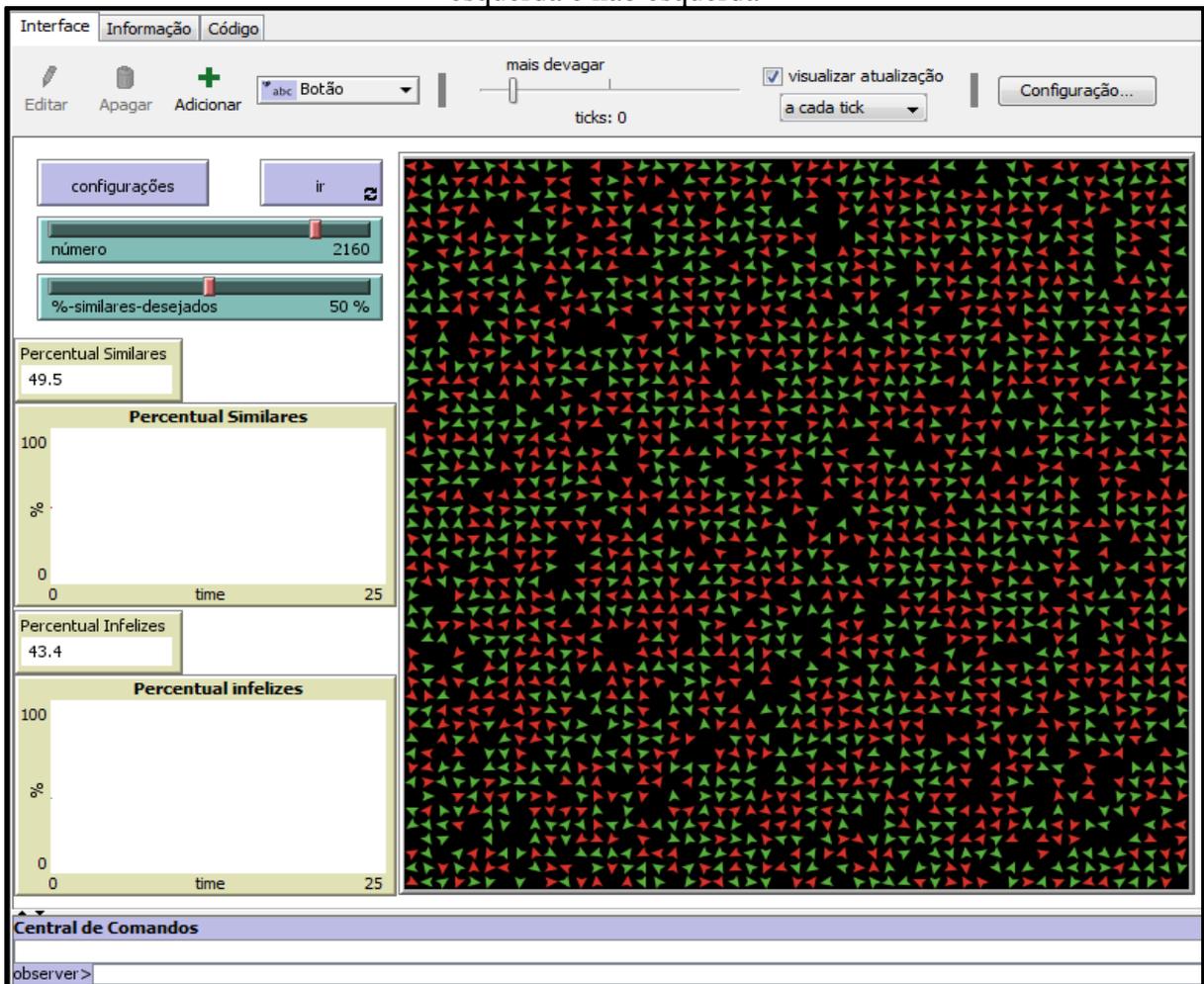


Fonte: Google forms

Os setores correspondentes à “Extrema direita” e “Direita”, representam respectivamente 2,2% e 6,7%. O Gráfico 2, evidenciou que existe uma quantidade considerável, de acadêmicos que se posicionam politicamente tanto de esquerda como de centro. Enquanto existe uma baixa quantidade de discentes que são de direita e um valor menor ainda, de extrema esquerda.

Agrupamos o resultado em dois pólos. Tomando a divisão em esquerda e não esquerda, temos uma possibilidade cabível. Logo, temos esquerda e extrema esquerda, representando 51,1 % dos respondentes e, centro e direita, representando 48,9 %. Podemos considerar que essas porcentagens, se dividem em torno de 50% cada uma. Logicamente, essas pessoas socializarão principalmente, com pessoas de posicionamento semelhante. Sendo assim, podemos concluir que no curso de Licenciatura, há uma formação nítida de dois grupos de posicionamento distinto, ou seja, ou se é de “esquerda” ou “não esquerda”. Para a simulação consideramos que as duas perspectivas assumiram 50% cada um.

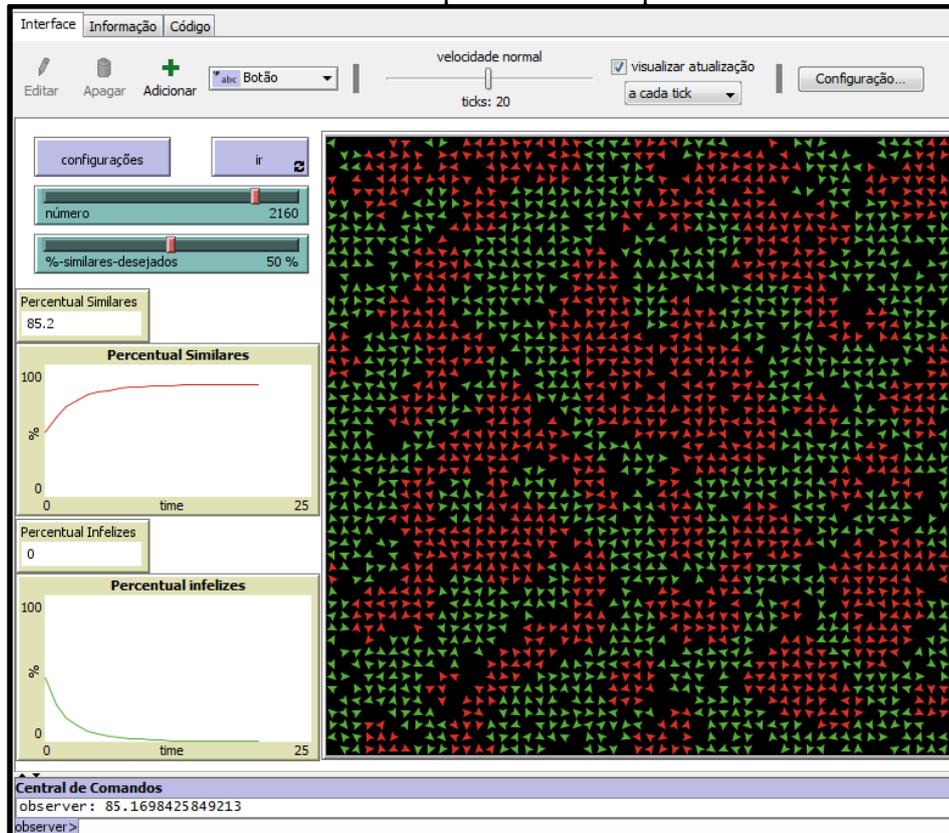
Figura 23 – Programação inicial no *software* NetLogo do ponto de vista dos acadêmicos de esquerda e não esquerda



Fonte: NetLogo

A Figura 23 mostra que para analisarmos o posicionamento político dos discentes, uma das várias simulações feitas, usamos o parâmetro “%-similar-desejados” em 50%, ou seja, se oito casas vizinhas estivessem ocupadas, quatro delas deveriam ser ocupadas por similares ao agente analisado. A figura apresenta, ainda, que para os parâmetros: número de agentes =2160; “%-similar-desejados” = 50% quando o botão “Configuração” é acionado, visualiza-se no monitor “Percentual Similares” o valor 49.5% e no gráfico “Percentual Similares” um ponto em vermelho, o primeiro par ordenado (tempo, vizinhos semelhantes) com os valores (0, 49.5). Já o monitor “Percentual Infelizes” registra a infelicidade de 43,4% dos agentes e no gráfico de “Percentual Infelizes” tem o par ordenado (0, 43.4).

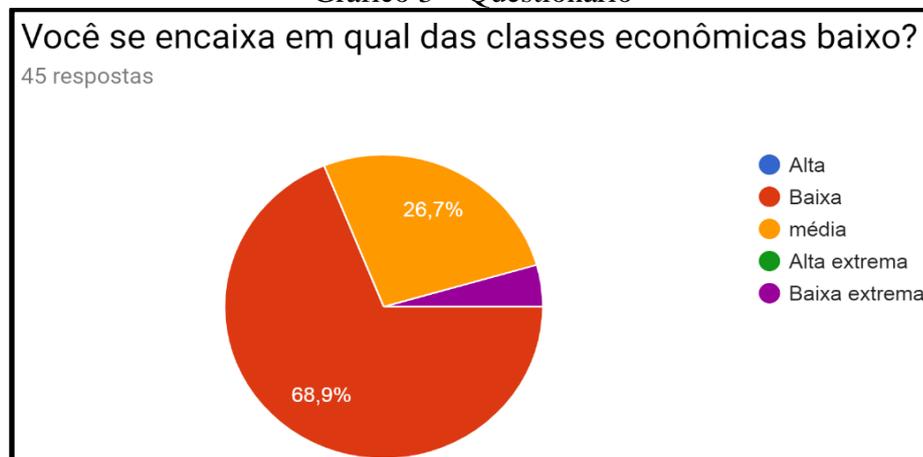
Figura 24 – Representação de segregação no *software* NetLogo do ponto de vista dos acadêmicos esquerda e não esquerda



Fonte: NetLogo

O fim da simulação resultou na Figura 24, ela constata uma alta segregação apontando a existência grupos separados bem definidos, que se determinaram em um período de tempo, relativamente curto e em seguida se estabilizaram. Como os dados do questionário, Gráfico 2, apontam para um equilíbrio entre “esquerda” e “não esquerda”, ambos com cerca de 50%, então o modelo de Schelling (1971) nos esclarece que há uma alta segregação o posicionamento político do curso. Outro elemento de constatação para refutar a hipótese inicial.

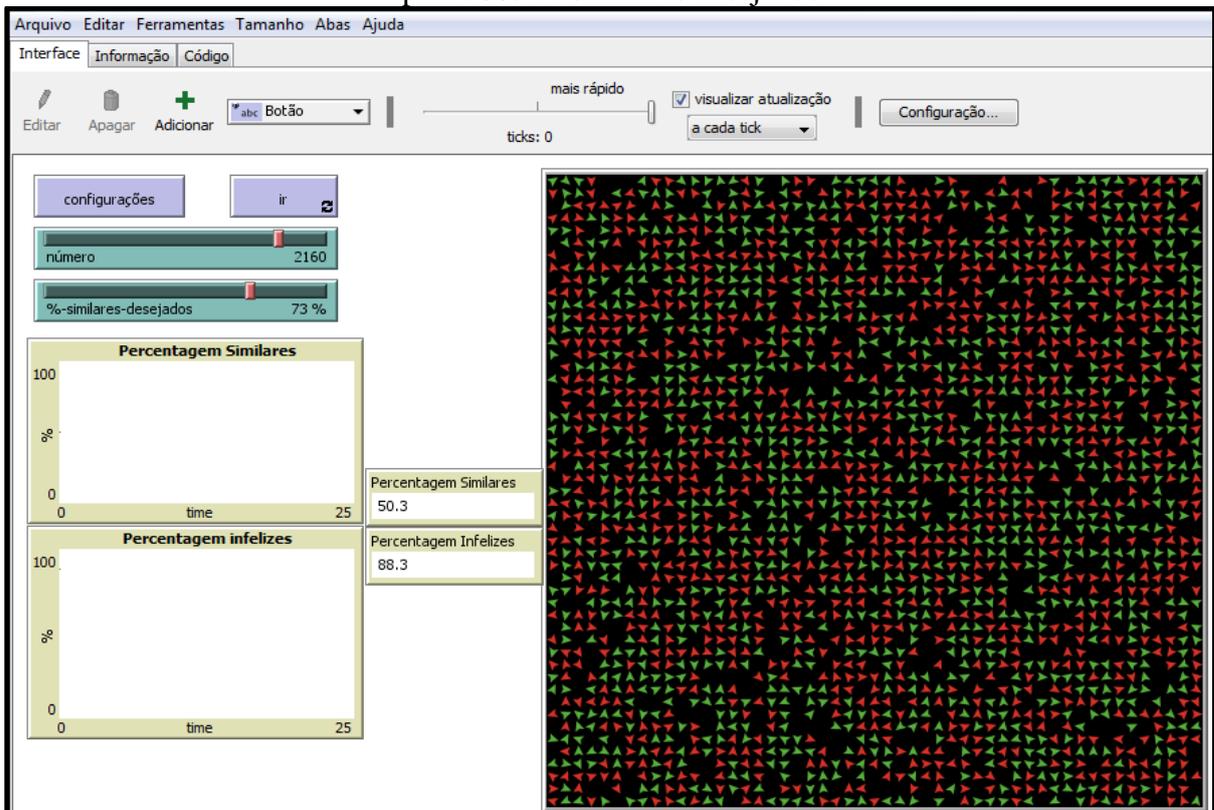
Gráfico 3 – Questionário



Fonte: Google forms

O setor correspondente à “Baixa extrema”, representa 4,4%. A partir desses dados construímos dois pólos: a soma das porcentagens **68,9% (baixa) + 4,4% (baixa extrema)**, resultando em **73,3%**, que irá representar a classe econômica de baixa renda. Enquanto os outros **26,7%** a classe econômica de média renda. Para simularmos esses dados colocamos o parâmetro “%-similar-desejados” = 73%. Em todas as simulações o número de agentes foi de 2160. Vejamos, agora, como ela se dá no *software*. Em seguida, as afirmações possíveis.

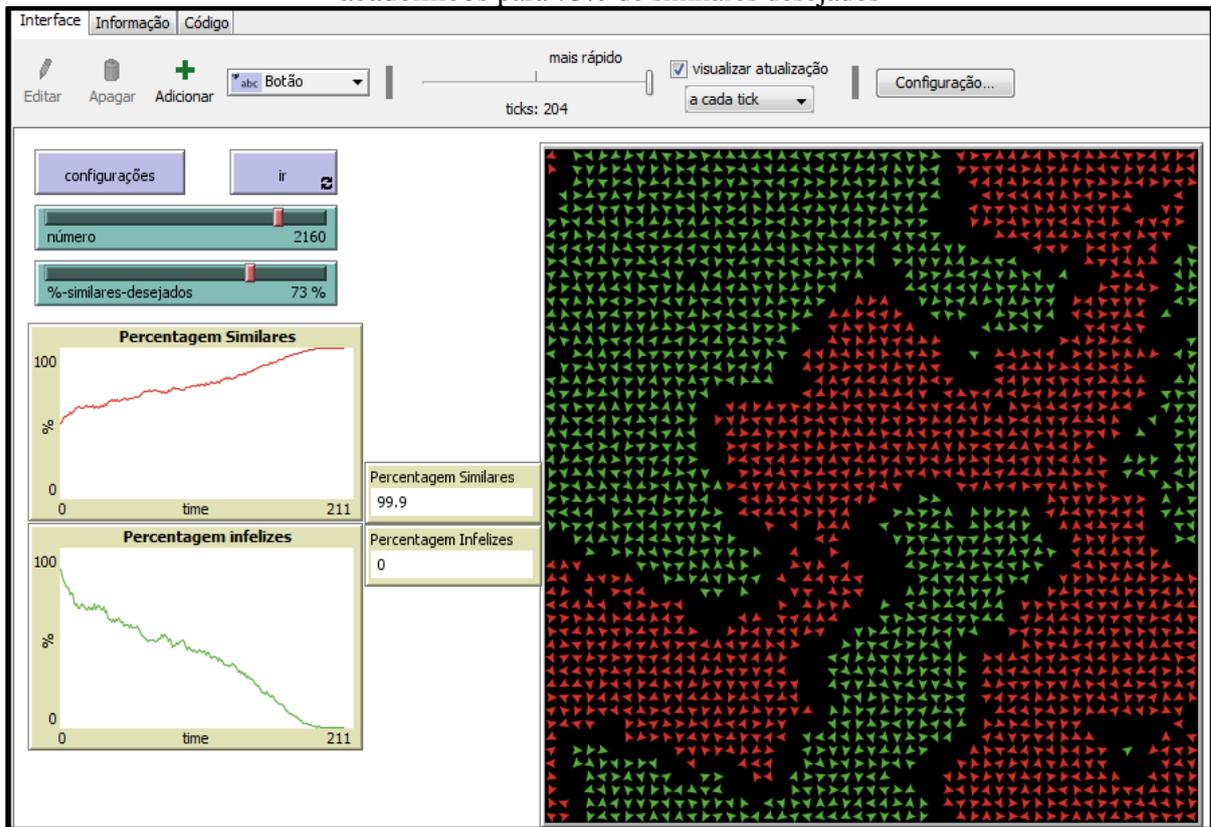
Figura 25 - Programação inicial no *software* NetLogo de classe econômica dos acadêmicos para 73% de similares desejados



Fonte: NetLogo

A Figura 25 mostra interface, do *software*, quando realizamos a programação dos agentes do modelo para que os vizinhos sejam semelhantes em um percentual de 73%. Para esse valor observamos que quando o botão “Configuração” é acionado, visualiza-se no monitor “Percentual Similares” o valor 50,3% e no gráfico “Percentual Similares” um ponto em vermelho, o primeiro par ordenado (0, 50,3). Para o monitor “Percentual Infelizes” registra a infelicidade de 88,3% dos agentes e no gráfico de “Percentual Infelizes” tem o par ordenado (0, 88,3). Com esses valores podemos afirmar que os sujeitos são altamente intolerantes, a Figura 26 exhibe a simulação concluída.

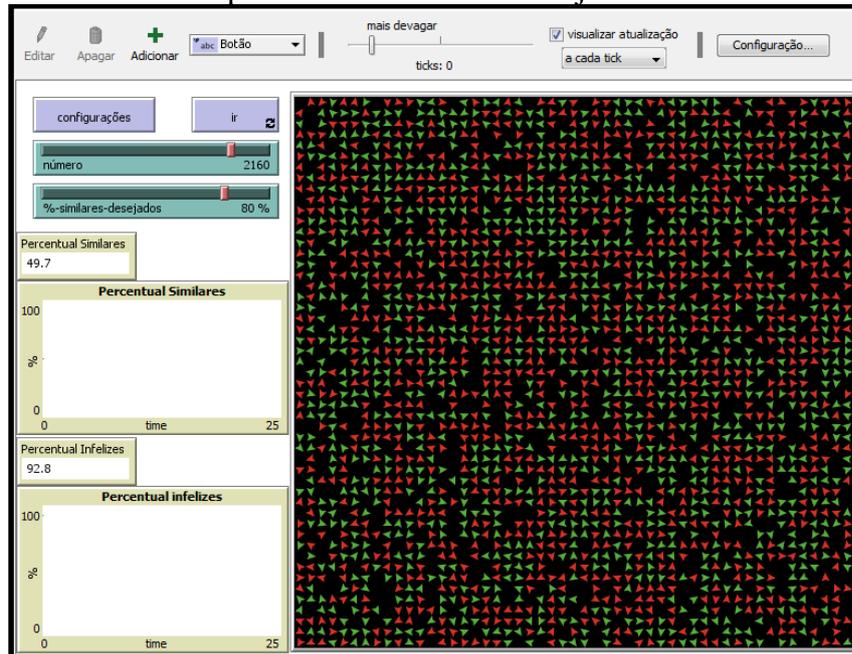
Figura 26 - Representação de segregação no *software* NetLogo de classe econômica dos acadêmicos para 73% de similares desejados



Fonte: NetLogo

Da Figura 26 podemos observar que já com o parâmetro “%-similar-desejados” = 50,3%, e 2160 agentes. E quando o botão “Configuração” é acionado, visualiza-se no monitor “Percentual Similares” o valor 99.9%, no gráfico “Percentual Similares” um ponto final em vermelho é registrado, o par ordenado (204, 99.9). Por fim, o parâmetro “Percentual Infelizes” no seu último ponto tem coordenada (2004, 0). O tempo, 204 ticks, e a curva gráfica indicam uma demora relativa para acontecer a segregação, isso já nos dá uma ideia de que estamos perto do fim da estabilidade do sistema. Para comprovarmos essa suspeita, pela simulação, mudamos o valor “%-similar-desejados” para 80%, Figura 27.

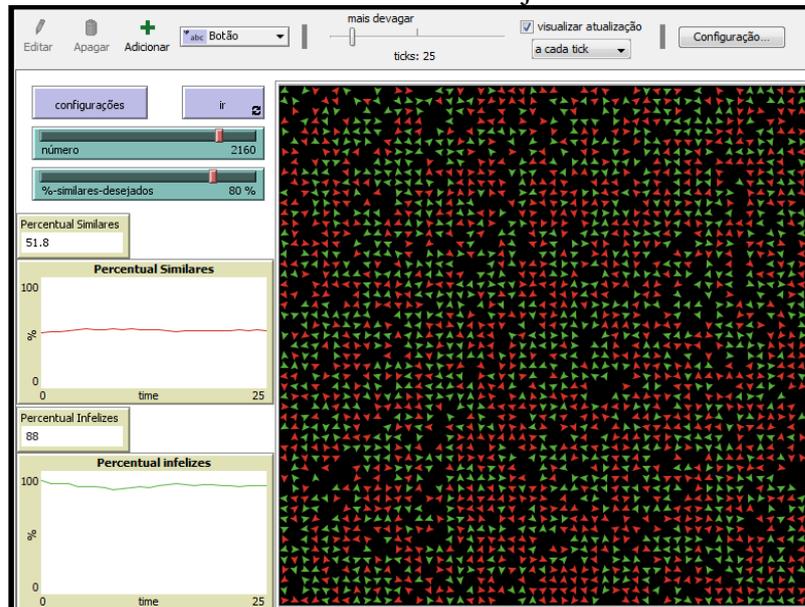
Figura 27 - Programação inicial no *software* NetLogo de classe econômica dos acadêmicos para 80% de similares desejados



Fonte: NetLogo

A Figura 27 apresenta em sua interface que com o percentual de vizinhos semelhantes ao agente em 80%, para quando o botão “Configuração” é acionado, visualiza-se no monitor “Percentual Similares” o valor 49.7% e no gráfico “Percentual Similares” o ponto (0, 49.7). Para o monitor “Percentual Infelizes” registra a infelicidade de 92.8% dos agentes e no gráfico de “Percentual Infelizes” tem o par ordenado (0, 92.8). Com esses valores podemos afirmar que os sujeitos são altamente intolerantes, a Figura 28 exibe a simulação concluída.

Figura 28 - Representação no *software* NetLogo de classe econômica dos acadêmicos para 80% de similares desejados



Fonte: NetLogo

A Figura 28 mostra que os valores “Percentual Similares” e “Percentual Infelizes”, aparentemente ficam em ciclo infinito alternando no intervalo [50, 53] para o primeiro e [86, 90] para o segundo. Pela alternância, afirmamos que quando “%-similar-desejados” = 80 %, e com 2160 agentes, esses não conseguiram formar grupos de semelhantes, uma vez que dificilmente estavam satisfeitos com a vizinhança.

Agora faremos a análise dos motivos que levariam os acadêmicos a evadirem do curso. É importante lembrar que são acadêmicos majoritariamente de classe baixa, que necessitam estarem matriculados em universidade pública, pois do contrário, provavelmente não conseguiriam se graduar. Como já foi dito, o modelo de Schelling (1971) no NetLogo, veio sendo adaptado. Esta análise requer um estudo mais atencioso dado que iremos utilizar uma extensão do modelo, que faz o inverso do modelo original, neste, o sistema indicará satisfação, quando os sujeitos possuem agentes distintos.

Gráfico 4– Questionário



Fonte: Google forms

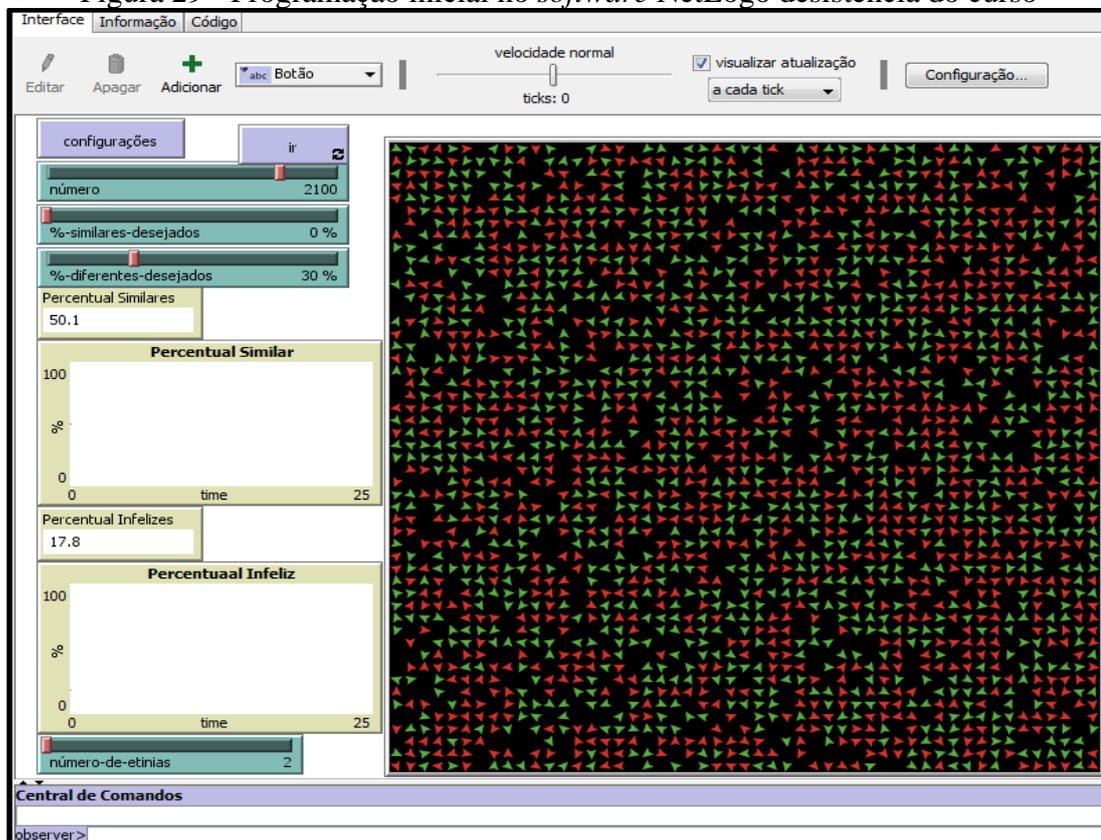
Os setores correspondentes à “Não me encontrar com a profissão”, “Não considero a opção de desistir” e “Dificuldade financeira”, representam respectivamente 2,2%, 2,2% e 2,2%. O Gráfico 4 evidencia acadêmicos que precisam principalmente de uma base familiar sólida, de recursos financeiros, em forma de bolsas ou auxílios, para continuarem no curso. Além disso são acadêmicos que sentem receio em conseguir lidar com as dificuldades nas disciplinas e não conciliar o curso com as outras atividades pessoais, profissionais ou familiares.

Iremos agora modelar as informações sob a perspectiva de Schelling (1971). Como não há a possibilidade de unir setores, pois se tratam de motivos distintos, modelaremos isoladamente, um dos principais motivos de possível evasão dos acadêmicos do curso, o corte de auxílio ou bolsa. Esta escolha é justificada pelo fato de que as políticas públicas da

universidade influenciam diretamente, enquanto as outras razões que se destacam dependem de variáveis mais complexas, emocional, psicológica e pessoais.

Por se tratar de um modelo invertido o “%-similar-desejados” não faz sentido e igualamos a zero. Além disso não faz sentido, também, o agente ter problemas e estar satisfeito em permanecer. Por esse motivo, adotaremos a seguinte regra: Os agentes, são tanto os discentes quanto os diferentes recursos financeiros, como auxílios e bolsas. Para que os agentes permaneçam, devem ter na vizinhança no mínimo a quantidade de recursos que desejam. Analisaremos quando o parâmetro “%-diferentes-desejados” é igual a 30%, Figura 29, depois para 80% de vizinhos diferentes do desejados, Figura 30.

Figura 29 - Programação inicial no *software* NetLogo desistência do curso

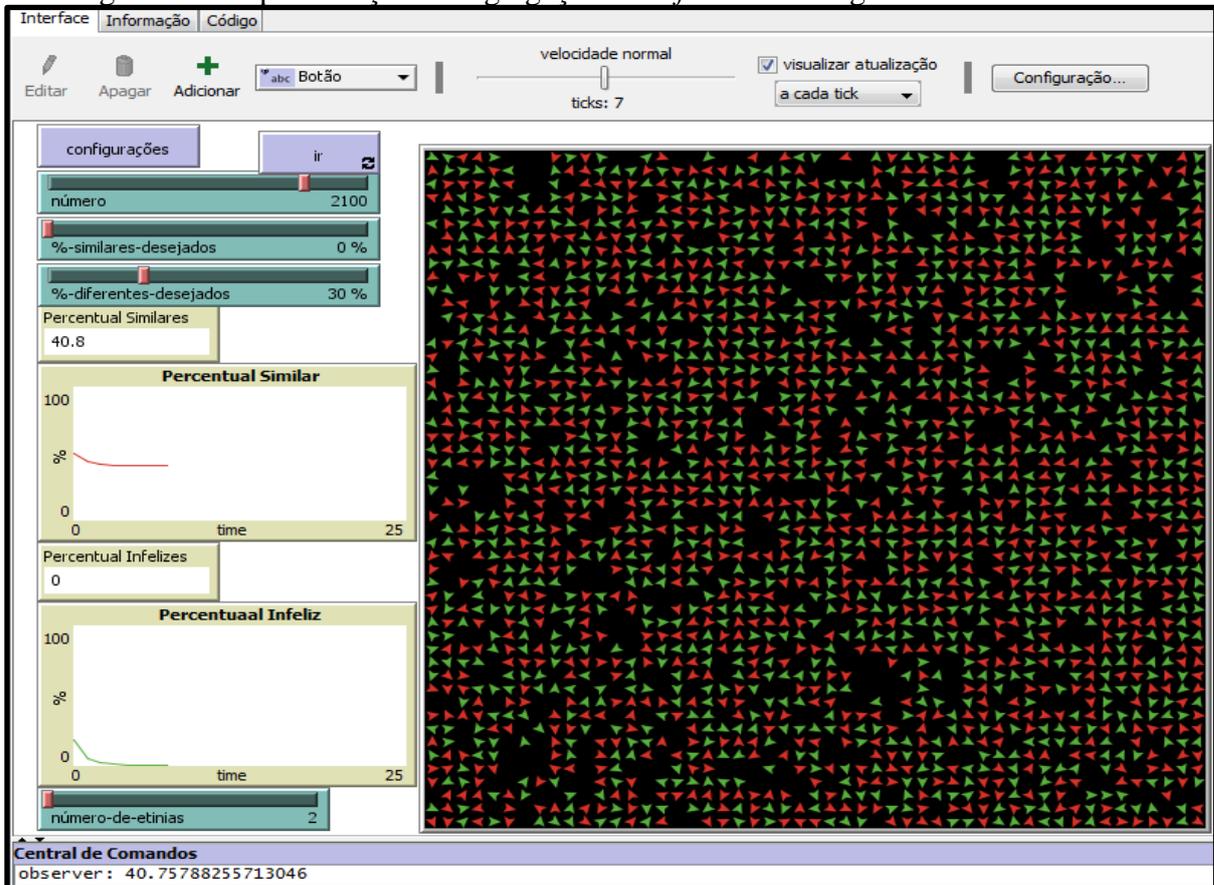


Fonte: NetLogo

A Figura 29 mostra que o agente fica onde está só se percentual de 30% de vizinhos diferentes for alcançado, ou seja, isso representa alunos que precisam de pouco dinheiro para permanecer na universidade. Quando o botão “Configuração” é acionado, visualiza-se no monitor “Percentual Similares” o valor 50.1% e no gráfico “Percentual Similares” o ponto (0, 50.1). Para o monitor “Percentual Infelizes” registra a infelicidade de 17.8% dos agentes e no gráfico de “Percentual Infelizes” tem o par ordenado (0, 17.8). Por ser uma extensão do modelo

que permite trabalhar com mais de duas variáveis, o botão “número de etnias, controla essa quantidade. A Figura 30 mostra o resultado da simulação.

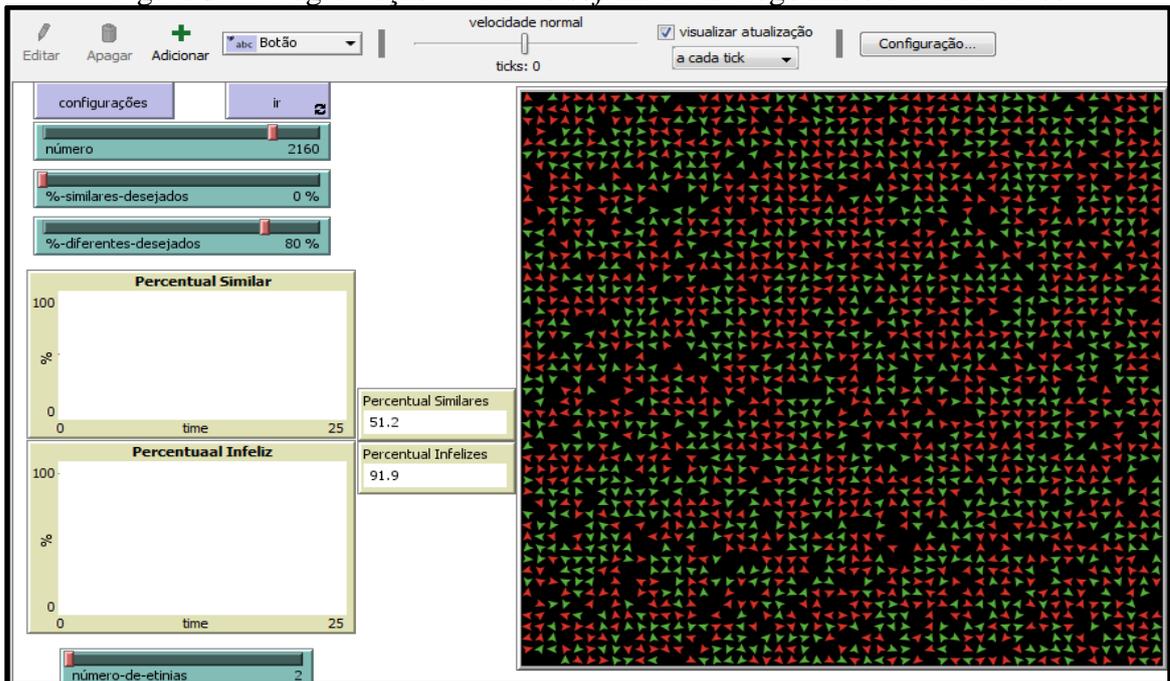
Figura 30 - Representação de segregação no *software* NetLogo desistência do curso



Fonte: NetLogo

A Figura 30, mostra que com o acúmulo de poucos recursos estes discentes já se estabilizam, descartando a hipótese de evasão motivada pelas dificuldades financeira. Normalmente essas pessoas são as que conseguem isenção no Restaurante Universitário da UFT, e/ou recebem algum benefício de auxílio ou bolsa. Mas, resta a nós investigar se o “%-diferentes-desejados” for de 80%.

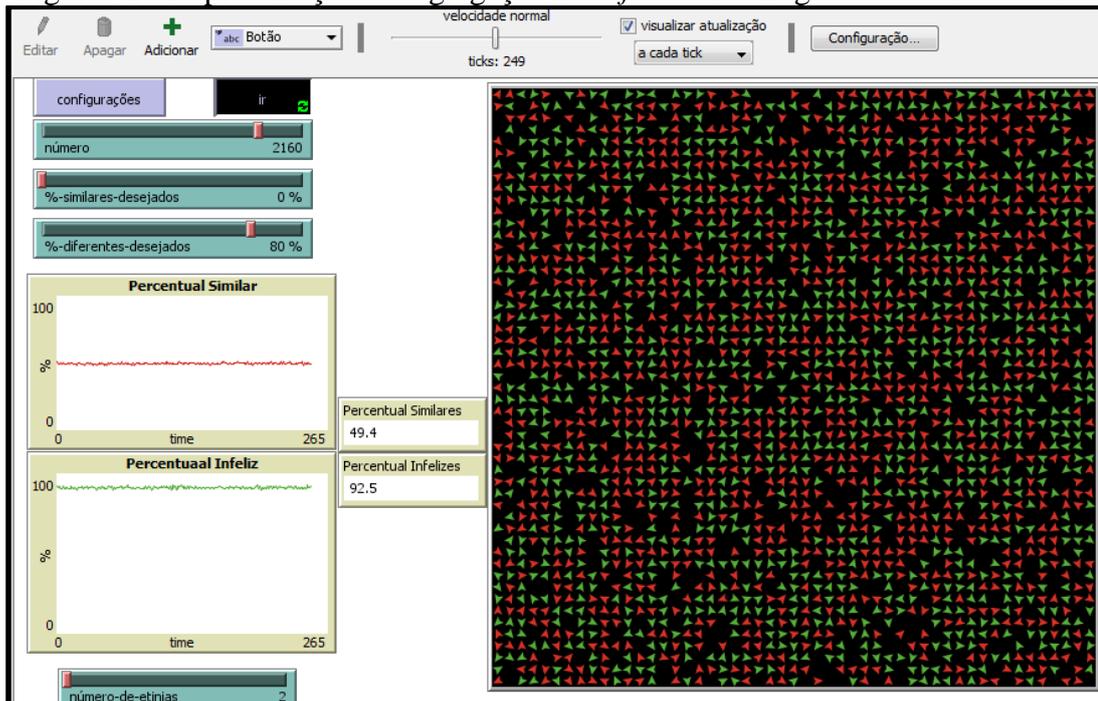
Figura 31 - Programação inicial no *software* NetLogo desistência do curso



Fonte: NetLogo

A Figura 31 apresenta quando os agentes são programados para desejar o diferente em 80%. No início a média de similares para cada agente é de 51,2% e o percentual de infelizes é de 91,9%. Isso porque a quantidade de similares média para cada agente, é maior do que o que eles desejam. Esse percentual de similares, nesta simulação é como se fosse as dificuldades financeiras sendo acumuladas.

Figura 32 - Representação de segregação no *software* NetLogo desistência do curso



Fonte: NetLogo

A Figura 32, mostra que os acadêmicos que precisam obter muitos recursos financeiros, não conseguem permanecer na universidade. Buscam de todas as formas maneiras de conseguir, mas nunca tem seus limiares atendidos. Estes são normalmente acadêmicos que não possuem ajuda familiar, ou tem que sustentar família, e tentam, porém evadem vão em busca de empregos que normalmente não são conciliáveis com os horários de aula.

A partir das simulações realizadas, em especial para compreensão dos dados do questionário aplicado nas seguintes questões: Como você se autodeclara? Qual seu posicionamento político? Você se encaixa em qual classe econômica? Os estudos desses pontos corroboram os dizeres de Feitosaa; Leb; Monteiro e Vlekc (2011, p. 6) quando afirmam que

[...] a simulação de Schelling demonstrou o fato inesperado de que padrões de intensa segregação racial emergem mesmo em situações em que a preferência das famílias é pouco tendenciosa, quando aceitam ser minoria na vizinhança e permanecem satisfeitas desde que a porcentagem de vizinhos pertencentes a outros grupos não ultrapasse, por exemplo, 70%.

Sendo assim, a segregação sempre vai existir a menos que todos os acadêmicos fossem muito intolerantes. Isso não significa que seja algo ruim podemos notar que é algo natural, o problema é quando se segrega realizando uma espécie de vale ao redor dos grupos, pois significa a não interação com o diferente.

Nosso estudo e esses dizeres mostram o oposto de nossa hipótese: “a segregação se constitui pela intolerância entre os sujeitos”. As simulações nos fizeram constatar que tanto grupo tolerante quanto intolerante segregam, contudo nos grupos altamente intolerantes a segregação é inexistente. Além disso podemos perceber que as simulações convergem quase sempre para um mesmo caminho, não havendo distinções por caso, mas pelo nível de tolerância que admitimos na hora de modelar situações.

A partir dos resultados de nossos estudos das simulações realizadas no software NetLogo na perspectiva de Schelling (1971), vimos que:

Quadro 1 – Resultados da análise

Tolerância: “%-similar- desejados” de 0 a 25%	Tolerância: “%-similar- desejados” de 25% a 50%	Tolerância: “%-similar- desejados” de 25% a 50%	Intolerância: “%-similar- desejados” de 50% a 75%	Intolerância: “%-similar- desejados” de 75% a 100%
Segregação Baixa	Segregação Média	Segregação Alta	Segregação Altíssima	Segregação Inexistência

Fonte: arquivo pessoal

4.3 Alguns saberes matemáticos da simulação do modelo de Schelling

Matematicamente, os casos de segregação simulados no NetLogo, podem ser explicados a partir da curva plotada pelo *software*, que relaciona *ticks* (tempo) e o percentual de semelhantes, em função deles. Alteramos o NetLogo aplicando o comando “show percent-similar” que significa mostrar percentual de similares, para nos dar o Quadro 2 dos valores do “Percentual Similares”, ao observamos as simulações quando os parâmetros “%-similar-desejados” varia no intervalo $[0, 75]$, tem-se o gráfico de modelos exponenciais assintóticos. Vamos encontrar esses modelos usando os parâmetros das Figuras 22, 24 e 26. Para tal faremos uso do método de Ford-Walford, ele é usado em dinâmica populacional para determinar o valor para o qual uma solução irá se estabilizar em um comportamento assintótico.

Segundo Kono (2011) esse modelo matemático de um exponencial assintótico é

$$y = y^* - a \cdot e^{-bx}, \text{ com } a, b, y^* > 0.$$

Contudo, os *softwares* mais simples como o Excel só têm a ferramenta “Linha de tendência” do tipo “Exponencial”, logo a jogada é manipular algebricamente o modelo exponencial assintótico para o tipo exponencial, da seguinte forma:

$$y^* - y = a \cdot e^{-bx}, \text{ com } a, b, y^* > 0.$$

$$g(y(x)) = y^* - y = a \cdot e^{-bx}, \text{ com } a, b, y^* > 0.$$

Embora o trabalho de Kono (2011) seja usar o método aplicado ao Excel, nós faremos no *software* GeoGebra. Primeiro coloca-se os dados em duas colunas na planilha do *software*, x_i e y_i . O segundo passo é colocar os dados y_{i+1} em outra coluna. O passo seguinte é selecionar as colunas y_i e y_{i+1} e criar uma lista de pontos. No quarto passo fazemos a regressão linear usando o comando “RegressãoLinear(lista)”.

Como os gráficos plotados pelo *software* NetLogo relacionam “ticks” e “%-similar-desejados”, para modelar o comportamento da simulação, assim temos as seguintes igualdades para aplicarmos o método de Ford-Walford:

$$x_i = \text{ticks}$$

e

$$y_i = \text{“\%-similar-desejados”}.$$

O resultado é a função:

$$y_{i+1}(y_i) = 0,11y_i + 49,07.$$

Nosso quinto passo é usar o método de Ford-Walford para encontrar o valor de estabilização (y^*), isto é:

$$y_{i+1}(y_i) = 0,37y_i + 35,82$$

$$y_{i+1}(y^*) = 0,37y^* + 35,82$$

$y^* = 0,37y^* + 35,82$, por y^* ser o valor de estabilização

$$y^* - 0,37y^* = 35,82$$

$$y^*(1 - 0,37) = 35,82$$

$$y^* = \frac{35,82}{(1 - 0,37)}$$

$$y^* = \frac{49,07}{(1-0,37)} \approx 56,97.$$

No sexto passo fazemos em uma nova coluna $y^* - y_i$ criamos uma coluna e colocamos apenas $y^* - y_i > 0$. No passo seguinte fazemos uma lista de pontos com os pares ordenados $(x_i, y^* - y_{i+1})$, use a função “Regressão Exponencial (<Lista de Pontos>)” do GeoGebra para encontra a linha de tendência. No penúltimo passo temos a função dada pela regressão exponencial:

$$g(y(x)) = 7,2754 \cdot e^{-0,898 \cdot x}$$

$$g(y(x)) = 7,2754 \cdot e^{-0,898 \cdot x}$$

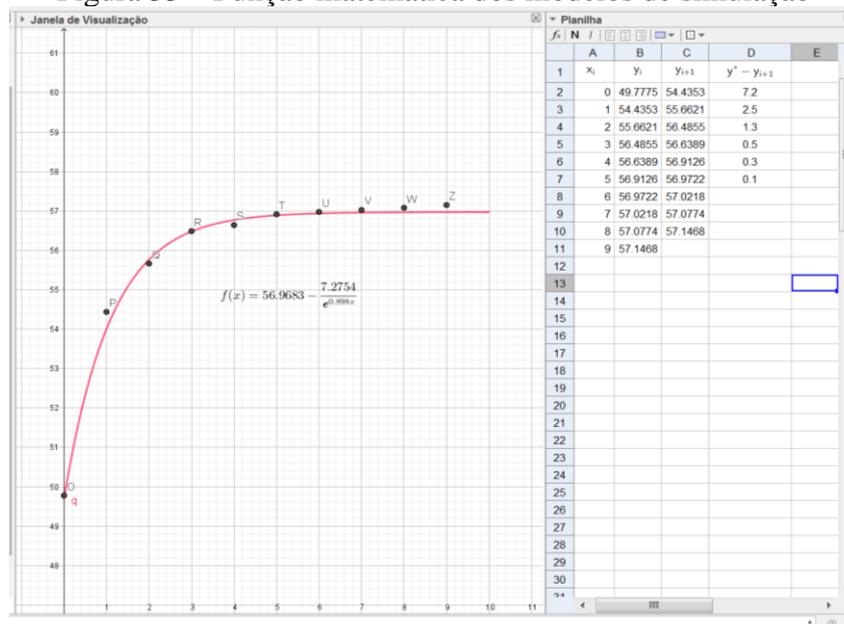
$$y^* - y_i = 7,2754 \cdot e^{-0,898 \cdot x}$$

$$y(x) = y^* - 7,2754 \cdot e^{-0,898 \cdot x}$$

$$y(x) = 56,96834738 - \frac{7,2754}{e^{0,898 \cdot x}}$$

Por fim, crie a lista de pontos com os pares ordenados (x_i, y_i) , em seguida plote o gráfico da função $y(x)$, a Figura 33 mostra o resultado.

Figura 33 – Função matemática dos modelos de simulação



Fonte: GeoGebra

A Figura 33 expressa uma equação matemática para a simulação de segregação, da questão de autodeclaração racial, vista da Figura 22. As Figuras 24 e 26 seguem a mesma maneira, geraram as funções expostas a seguir, foi a que modelou a segregação obtida, do posicionamento político dos acadêmicos, do ponto de vista dos alunos classe baixa e o gráfico dela, pode ser visualizado na Figura 24.

$$y(x) = 85,01273074 - \frac{24,7}{e^{0,368 \cdot x}}.$$

Por fim, temos a função que modelou a curva da segregação econômica.

$$y(x) = 6,4552728 - \frac{7,9244}{e^{0,602 \cdot x}}.$$

A muitos outros modelos matemáticos usados para na simulação do modelo de segregação de Schelling (1971), contudo acreditamos que esses que expomos são os mais relevantes, pois mostra o valor de estabilidade de grupos que estão segregados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando iniciamos este trabalho de pesquisa, verificou-se que haviam no interior do curso de Licenciatura em Matemática da UFT de Araguaína, grupos distintos, compostos de acadêmicos que normalmente possuíam interesses em comum. Por esta razão foi importante a realização de um estudo aprofundado da Modelagem Baseada em Agentes e de algumas ferramentas que colaboram no processo de desenvolvimento de pesquisas que a envolve, para o estudo dos padrões de comportamentos de aglomerados de pessoas. A pesquisa foi norteada pela seguinte pergunta: **Como se constitui a segregação em um curso de Licenciatura em Matemática câmpus Araguaína segundo o modelo matemático de Schelling (1971)?**

Tínhamos a hipótese de que a segregação se constitui pela intolerância entre os sujeitos, contudo a investigação a refutou, a qual foi substituído por pelo entendimento que a segregação se constitui tanto por grupo tolerante quanto intolerante, mas nos grupos altamente intolerantes a segregação é inexistente. Concluiu-se, ainda, que o uso da perspectiva de Schelling (1971) para a segregação é viável quando ocorre estudos com grupos opostos.

Notou-se, também, que a teoria de Schelling (1971) original ou não adaptada, é um método de análise ultrapassado em alguns casos, por não abranger a diversidade e complexibilidade da sociedade atual, e conseqüentemente, dos acadêmicos do curso de Licenciatura em Matemática da UFT de Araguaína. Havendo assim a necessidade de fazer uso de extensões do modelo, adaptada para alguns tipos de casos mais complexos. De todo modo a teoria é limitada a outro fator, não há especificidade para os casos, admite-se que o processo de segregação ocorre da mesma maneira, sendo diferenciado apenas quando se tem graus distintos de tolerância.

A partir da construção desta pesquisa, recomenda-se que para futuras pesquisas, que envolvam a aplicação de questionário, seria pertinente que a obtenção das respostas ao questionário ocorresse por vias mais práticas, através de outras redes sociais mais utilizadas, como o WhatsApp e o Facebook, por exemplo, em vez de apenas o e-mail. Dessa forma é possível que se alcance mais respostas do que as obtidas através de um meio único.

REFERENCIAS

BARBOSA, R. J. **Simulando a segregação racial: o modelo de Schelling (ABM – Parte 4)**. 2016. Disponível em: <<https://sociaismetodos.wordpress.com/2016/04/23/simulando-a-segregacao-racial-o-modelo-de-schelling-abm-parte-4/>>. Acesso em: 29 set. 2019.

CARNEIRO, Tiago Garcia de Senna et al. Modelagem de sistemas baseada em agentes: alguns conceitos e ferramentas. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2019, Natal. **Anais...** Natal: Inpe, 2019. v. 1, p. 5279 - 5286. Disponível em: <encurtador.com.br/ksM19>. Acesso em: 25 nov. 2019.

CICOGNA, M. P. V. **Modelos Baseados em Agentes na Solução de Problemas Econômicos em Concorrência Imperfeita**. 2014. 103 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Curso de Ciências, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

DANA, S. Como uma estratégia usada na Guerra Fria serve até hoje para a economia. **G1**, 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/blog/samy-dana/post/como-uma-estrategia-usada-na-guerra-fria-serve-ate-hoje-para-economia.html>>. Acesso em: 03, outubro de 2019.

FEITOSA, F. F.; LE, Q. B.; MONTEIRO, A. M. V.; VLEK, P. **Cidade e Complexidade: Modelagem e Simulação Computacional de Dinâmicas de Segregação Urbana**. In: XIV Encontro Nacional da ANPUR, 2011, Rio de Janeiro. Anais do XIV ENANPUR. Quem Planeja o Território? Atores, Arenas e Estratégias, 2011.

FURTADO, B. A. **PolicySpace: MODELAGEM BASEADA EM AGENTES**. Rio de Janeiro: Ipea, 2018. 130 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

KONO, J. E. **UMA PROPOSTA DE ATIVIDADES DIDÁTICAS COM APLICAÇÃO DE FUNÇÕES EXPONENCIAIS UTILIZANDO MODELAGEM MATEMÁTICA: O CASO DE PLACAS VEICULARES NO BRASIL**. 2017. 66 f. Monografia (graduação em Licenciatura em Matemática) - Curso de Licenciatura em Matemática, O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia São Paulo, São Paulo, 2017.

LARA, A. M. B.; MOLINA, A. A. Pesquisa Qualitativa: apontamentos, conceitos e tipologias. In: TOLEDO C. de A. A. de; GONZAGA M. T. C. (Org.). **Metodologia e Técnicas de Pesquisa nas Áreas de Ciências Humanas**. Maringá: Eduem, 2011, v. 01, p. 121-172.

MACAU, Elbert Einstein Nehrer. **Sistemas Complexos**. 2002. Disponível em: <<http://marte3.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1905/2005/08.04.09.20/doc/complexsys2002d.PDF?metadataarepository=sid.inpe.br/iris@1905/2005/08.04.09.20.17&mirror=sid.inpe.br/banon/2001/04.03.15.36.19>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

MARCONI, M. de A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 312 p.

MENSSURING Segregation. Realização de Scott E. Page. Michigan: Universidade de Michigan, 2018. (11 min.), son., color. Disponível em: <<https://www.coursera.org/lecture/model-thinking/measuring-segregation-Ox5z0>>. Acesso em: 10 set. 2018.

MILLER, J. H; PAGE, S. E. **Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life**. Princenton: Princeton University Press, 2007. 263 p

MODEL Thinking. Realização de Scott E. Page. Michigan: Universidade de Michigan, 2016. (11 min.), son., color. Disponível em: <<https://www.coursera.org/lecture/model-thinking/schellings-segregation-model-1qEBU>>. Acesso em: 15 set. 2018.

OLIVEIRA, A. L. de; REZENDE, D. C. de; CARVALHO, C. C. de. Redes Interorganizacionais Horizontais Vistas como Sistemas Adaptativos Complexos Coevolutivos: o Caso de uma Rede de Supermercados. **Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/49599039_Redes_Interorganizacionais_Horizontais_Vistas_como_Sistemas_Adaptativos_Complexos_Coevolutivos_o_Caso_de_uma_Rede_de_Supermercados>. Acesso em: 10, setembro de 2019.

PAGE, S. E. **THE MODEL THINKER: what you need to know to make data work for you**. New York: Basic Books, 2014. 448 p.

RAILSBACK, S. F. de; GRIMM, V. **Agent-Based and Individual-Based Modeling: A Practical Introduction**. Princenton: Princeton University Press, 2011. 352 p.

SILVA, R. A. da; MORAES W. F. A. de. A evolução do modelo de uppsala à luz da abordagem dos sistemas adaptativos complexos. **REVISTA ELETRÔNICA DE NEGÓCIOS INTERNACIONAIS**, v. 8, n. 3, 2013. Disponível em: < <http://www.spell.org.br/documentos/ver/16812/a-evolucao-do-modelo-de-upssala-a-luz-da-abordagem-dos-sistemas-adaptativos-complexos> >. Acesso em: 10, setembro de 2019.

SCHELLING, Thomas Crombie. Dynamic of models segregation. **Journal Of Mathematical Sociology**. Cambridge, p. 143-186. 1971.

WILENSKY, U. (1999). NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. Centro de Aprendizagem Conectada e Modelagem Baseada em Computador, Northwestern University, Evanston, IL.

APÊNDICE - Questionário destinado aos discentes do curso de Licenciatura em Matemática

Este formulário está relacionado à uma pesquisa de TCC, sobre a evasão dos discentes do curso de licenciatura em matemática. Nomes não serão divulgados, usaremos apenas as informações, para montar dados estatísticos. At.te; Thalya Horrany Nery.

***Obrigatório**

1. Endereço de e-mail *

2. Digite seu numero de matricula *

3. Você se autodeclara *

Marcar apenas uma oval.

- Amarelo
- Branco
- Pardo
- Preto

4. Qual seu posicionamento politico ? *

Marcar apenas uma oval.

- Direita
- Centro
- Esquerda
- Extrema direita
- Extrema esquerda

5. Na sua opinião, para países de terceiro mundo, o comércio livre é uma melhor opção do que ajuda externa no seu desenvolvimento? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

6. Você se encaixa em qual das classes econômicas abaixo? *

Marcar apenas uma oval.

- Alta
 Baixa
 média
 Alta extrema
 Baixa extrema

7. Você reside em Araguaina ? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

8. Em qual categoria sua residência se encaixa? *

Marcar apenas uma oval.

- Alugada
 Cedida
 Própria

9. Você trabalha (formalmente ou informalmente) ? *

Marcar apenas uma oval.

- sim
 nao

10. **Você possui isenção no Restaurante universitário ? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

11. **Você recebe algum auxílio ou bolsa? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

12. **Na sua opinião, qual a melhor instituição de educação superior da cidade de Araguaina? ***

Marcar apenas uma oval.

- Anhanguera
 Católica
 IFTO
 ITPAC
 UFT
 UNIP
 UNIPLAN

13. **Descreva o porque de sua escolha, de melhor instituição ***

14. **Se você tivesse recursos financeiros à disposição, ainda, sim faria o curso de Licenciatura em Matemática? ***

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

15. O que te motivou a fazer o curso de Licenciatura em Matemática? *

Marcar apenas uma oval.

- Foi o que consegui com a nota do ENEM
- Influência familiar
- Sempre quis se professor ou professora de matemática
- Nunca pensei sobre isso, as coisas simplesmente foram acontecendo
- Fazer uso dela, como ponte para outras áreas afins
- Outro: _____

16. Qual o valor mínimo, em dinheiro, por mês, você precisa para continuar no curso? *

Marcar apenas uma oval.

- 0,00
- 100,00
- 200,00
- 300,00
- 400,00
- 500,00
- 600,00
- 700,00
- 800,00
- 900,00
- 1000,00
- 1100,00
- 1200,00
- Outro: _____

17. Por quais dos motivos abaixo, você desistiria do curso? *

Marcar apenas uma oval.

- Corte da bolsa ou auxílio
- Falta de tempo
- Problemas familiares
- Dificuldade com as disciplinas
- Outro: _____

Obrigada por colaborar. Ótimo semestre ! :)

Caso deseje, deixe sua sugestão, reclamação ou comentário específico de seu interesse.

18. Este campo é destinado à sugestões, reclamações ou comentários específicos de sua preferência.

Uma cópia das suas respostas será enviada para o endereço de e-mail fornecido

