

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
CIÊNCIAS ECONÔMICAS

RAFAEL DO PRADO SILVA

**Uma análise das condições para a emergência de coordenação.**

MONOGRAFIA

CAMPINAS  
2018

RAFAEL DO PRADO SILVA

**Uma análise das condições para emergência de coordenação.**

Monografia apresentada a, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Profº José Maria Ferreira  
Jardim da Silveira

CAMPINAS  
2018

## **RESUMO**

Na primeira parte deste trabalho, a tragédia dos comuns é analisada e os trabalhos de Samuel Bowles e Elinor Ostrom sobre o tema são contrastados, ponderando suas respectivas metodologias e suas limitações. Na segunda parte, as idéias de Ostrom são discutidas em detalhes e os autores que expandem a discussão são trazidos. Na terceira parte, partindo da abordagem evolutiva usada por Bowles, os possíveis resultados são discutidos e as extensões que o autor propõe ao modelo são discutidas combinadas com os trabalhos de Elinor Ostrom para discutir dinâmicas evolutivas em um recurso de uso comum.

**Palavras-chave:** Tragédia dos Comuns, Samuel Bowles, Elinor Ostrom, Evolução

## **ABSTRACT**

In the first part of this work, the tragedy of the commons is analysed and the works of Samuel Bowles and Elinor Ostrom on the topic are contrasted, weighting their respective methodologies and their limitations. In the second part the ideas of Ostrom are discussed in detail and authors that expand the discussion are brought in. In the third part starting from the evolutionary approach used by Bowles, the possible results are discussed and the extensions the author proposes to the model are discussed and combined with the works of Elinor Ostrom to discuss evolutionary dynamics in a common pool resource.

**Keywords:** Samuel Bowles, Elinor Ostrom, Commons Tragedy, Evolution

## SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
1.1 <b>SAMUEL BOWLES</b> .....	7
1.2 <b>ELINOR OSTROM</b> .....	9
1.3 <b>CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS</b> .....	10
<b>2 – FORMAÇÃO INSTITUCIONAL EM ELINOR OSTROM</b> .....	<b>12</b>
2.1 <b>AS VARIÁVEIS</b> .....	13
2.2 <b>CRÍTICAS</b> .....	17
2.3 <b>LIMITAÇÕES</b> .....	17
2.4 <b>GLOBAL COMMONS</b> .....	20
<b>3 SAMUEL BOWLES E TEORIA DOS JOGOS</b> .....	<b>23</b>
3.1 <b>METODOLOGIA</b> .....	26
3.2 <b>AS DINÂMICAS DOS JOGOS</b> .....	26
3.3 <b>OS TORNEIOS E AS DINÂMICAS DE ESTRATÉGIAS MISTAS</b> .....	33
3.4 <b>AS CRÍTICAS DE BOWLES</b> .....	34
<b>4 OSTROM E BOWLES</b> .....	<b>36</b>
4.1 <b>REPLICANDO AS IDEIAS DE OSTROM NA ÓTICA DE BOWLES</b> .....	36
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>42</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>47</b>

## 1 - Introdução

A tragédia dos comuns é formulação moderna de um problema clássico. Sua origem remonta ao início das Ciências Sociais, ao problema Malthusiano de superpopulação, em que a multiplicação contínua e inevitável da população, em ritmo geométrico, exauriria a capacidade produtiva das terras disponíveis, resultando em fome e morte. A formulação moderna do problema em Hardin(1968), traz dinâmicas atuais ao tema como, por exemplo, a poluição, retoma a questão da superpopulação e da exploração excessiva de recursos naturais. A tragédia dos comuns é assim nomeada pela tragédia dramática, solene e inevitável.

No entanto, a retomada moderna não significa que a questão tenha sido abandonada ou que interpretações alternativas não tenham sido propostas. É problema central, presente em Leviathan de Thomas Hobbes, o fato da vida sem sociedade, em seu estado natural ser solitária, pobre, suja, brutal e curta. Para Hobbes, isso decorre do estado de natureza humano no qual ações ocorrem por mero auto interesse, de forma a atender seus desejos correntes, o conflito de interesses, então, leva os homens ao estado de guerra. Portanto, é necessária a existência de uma força superior, na forma do estado forte e unificado, Leviathan, que fosse capaz de ordenar a vida humana.

A solução de problemas dos comuns também apresenta questões de escala, David Hume já observava que é fácil para dois vizinhos concordarem em drenar um brejo que ambos possuem em comum, pois é fácil conhecer a mente do outro, mas é extremamente difícil e, quiçá, impossível para milhares de pessoas fazerem o mesmo.

Posteriormente, temos a visão de Adam Smith, que defende, o homem egoísta e com tendência natural à troca. Esse homem, operando no mercado, transforma, através da mão invisível do mercado, suas ações egoístas em bem comum. Ou como colocado por Bowles (2012):

“When guided by an invisible hand, social interactions reconcile individual choice and socially desirable outcomes. By contrast, the dramatis personae of the commons tragedy pursue their private objectives to disastrous consequences for themselves and others”. (p.95)

De forma concomitante ,na visão de Rousseau o estado de natureza do homem pode ser exemplificado como uma caçada ao cervo, dois caçadores rotineiramente caçam lebre, ambos gostariam de caçar um cervo, o que, no entanto, só é possível trabalhando de forma conjunta, e eles só seriam capazes de formar tal acordo através de um contrato social.

### 1.1 SAMUEL BOWLES

Bowles chama o problema de estruturar interações sociais de modo que os indivíduos sejam livres para escolher sem que isso traga resultados que nenhum teria escolhido de “ Classical constitutional *conundrum*”. Modernamente, pode se afirmar a busca de uma solução eficiente de pareto.

**Quadro 1- Dilema do Prisioneiro**

A/B	Silêncio	Delação
Silêncio	-1:-1	0:-4
Delação	0:-4	-3:-3

**Fonte:** Elaboração do autor.

Um dos exemplos mais famosos da problemática em questão, é o dilema do prisioneiro, no qual, se encontra modelada de forma simples a interação de dois indivíduos acusados do mesmo crime, que ao serem interrogados possuem duas opções: ficar em silêncio ou delatar. Caso ambos fiquem em silêncio, recebem as menores penas, caso delatem, são presos por um período mais longo. No equilíbrio de Nash, resultante a melhor estratégia individual, assumindo que cada agente esteja agindo em auto interesse é sempre delatar, impedindo os agentes de minimizarem seu tempo na prisão. Essa dinâmica ocorre porque, enquanto de uma perspectiva externa a traição pode parecer contraproducente, do ponto de vista dos jogadores, a análise é diferente. Assim, caso A fique em silêncio é ainda melhor para B que ele tenha delatado, livrando-se completamente da prisão e caso A tenha delatado, é melhor que B tenha feito o mesmo. Dessa forma, dois indivíduos, ao agirem

racionalmente em seu melhor auto interesse, obtêm o resultado que nenhum teria escolhido.

É essa representação do problema que aparece no paper de Hardin, ela é, no entanto, discutível. O problema pode ser representado por uma Caçada ao Cervo rousseana, nesse jogo, existem dois equilíbrios de Nash, mas um deles, a caçada ao cervo, possuiu um resultado superior à caçada a lebre, o problema é que para caçar o cervo, ambos os jogadores têm de caçar o referido animal, ou são condenados ao equilíbrio: Pareto inferior de caçar lebre. O resultado depende, portanto, da capacidade dos participantes de coordenarem suas ações, ou em sua formulação original, de criar um contrato social.

**Quadro 2 – A caçada ao cervo**

A/B	Cervo	Lebre
Cervo	4:4	0:1
Lebre	0:1	1:1

**Fonte:** elaboração própria

A natureza estratégica do problema o torna, portanto, boa aplicação para a teoria dos jogos, ponto de partida da análise de Bowles, que explora os diversos jogos que podem ser utilizados para representar os fenômenos sociais e expandindo sua dimensão, através da extensão temporal, com jogos repetidos, ademais utilizando-se de dinâmicas evolutivas de forma a determinar o sucesso dos padrões de ação. No entanto, o conceito de eficiência de Pareto essencial para esse tipo de análise não é sem limitações, uma vez que ele é viesado para o status quo e abstrai outras propriedades desejáveis da distribuição, notoriamente justiça, não exaurindo, dessa forma, as propriedades desejáveis a uma alocação de recursos, mas certamente é uma delas.

O objetivo aqui é, portanto, analisar em que condições a teoria microeconômica prevê a emergência de coordenação sem interferência externa e, portanto, iluminar o funcionamento da mão invisível, reconhecendo também as situações em que ela falha e quais regras induzem a melhores resultados.

Existem, no entanto, outras abordagens teóricas ao problema dos comuns, notadamente, aquela institucionalista, trazida por Elinor Ostrom, que reúne informações de diversos ramos das ciências sociais e as leva a campo.

## 1.2 ELINOR OSTROM

Ostrom(1992) apresenta uma visão concomitante do problema, ponderando diversos elementos como a visão de Hardin(1968), o dilema do prisioneiro, a lógica de ação coletiva que se apoia no problema de “free riding”.No entanto, apesar desses modelos capturarem parte importante dos problemas, eles são metáforas, que apresentam perigos se utilizadas diretamente para a determinação de políticas públicas, uma vez que os agentes podem não possuir informação precisa, capacidade de monitoramento , capacidade de punir ou ainda incorrer em grandes custos ao tentar fazê-lo, enquanto isso, uma solução de mercado pode ter sérias dificuldades em estabelecer direitos de propriedade como no caso da pesca.

Ostrom propõe se fazer um levantamento baseado em considerações realistas acerca das capacidades e limitações humanas, e, a partir de estudos de caso, com escopo e intenções limitadas, busca obter um série de conjecturas pensadas acerca de como alguns indivíduos conseguem organizar a si mesmos e gerenciar CPRs (common pool resources).

O trabalho de Ostrom traz para a análise jogos em que se abre a possibilidade de os participantes criarem contratos com custo de execução e apartir destes, desenham-se os contornos para múltiplas soluções. Com esse insight, a abordagem escolhida por Ostrom tenta minimizar as limitações de se utilizarem estudos de campo, escolhendo situações de pequena escala, contendo até 15 mil pessoas, focando-se em recursos renováveis, com elevado grau de escassez e em que existe a possibilidade de se machucarem uns aos outros, mas sem grandes externalidades, excluindo, assim, problemas de poluição. Tais limitações permitem penetrar as complexidades e observar os elementos comuns aos casos de sucesso.

Enquanto isso, a análise de um grande número de casos, ajuda a superar as limitações de perspectiva do pesquisador, presentes em estudos de caso individualizados.

### 1.3 CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

As desvantagens da abordagem utilizada por Ostrom vão desde a necessidade de encontrar grande número de pequenas sociedades para apresentar fortes conclusões, tornando o processo demorado e de difícil manejo, até o fato de a análise, baseada em exemplos concretos, incorrer o risco de ficar limitada por aqueles correntes disponíveis ou conhecidos pelos autores, até o fato de que esse tipo de estudo não leva a conclusões que são imediatamente generalizáveis.

Então, tem-se uma ferramenta de análise cujo objetivo é ponderar as complexidades da realidade e superar os limites de recomendações metafóricas ao custo de abrir mão de fazer proposições generalizantes e da dependência de grande número de estudos de caso para permitir a realização da análise.

Em contraste com a abordagem mais teórica adotada por Bowles, que reduz a realidade a poucas variáveis chave e permite que se estabeleça correlação de forma mais dinâmica, buscando obter previsões mais generalizáveis, a partir da determinação dos padrões do comportamento humano, sendo assim idealmente é possível, com base nesses estudos, que combinam a modelagem matemática e experimentos, obter um conhecimento mais profundo das dinâmicas sociais. No entanto, essa simplificação da realidade está sempre sujeita à imprecisão de pressupostos teóricos, que pode invalidar suas prescrições de política. Ao mesmo tempo, o referido enfoque pode se cegar para soluções implementadas com sucesso, por não ser capaz de explicá-las, focando-se de maneira excessiva no laboratório.

As grandes vantagens dessa abordagem são a relativa facilidade em se obterem correlações e apontar dinâmicas, e além disso destacar arranjos sociais possíveis mesmo que correntemente inexistentes.

É importante frisar o papel das consequências não intencionais nesse tipo de conundro, quaisquer soluções adotadas, por mais avançadas que sejam, encontram

a dura realidade que a sociedade mais simples ainda sim é imensamente complexa. De forma que mesmo procedimentos simples, como o oferecimento de recompensas pela eliminação de pragas têm efeitos não intencionais, como criar um mercado para a produção destas, o chamado efeito Cobra, devido ao surgimento de criações desses animais após a introdução de um prêmio pela sua eliminação na Índia, o que não significa que se deva abster de agir.

As duas abordagens podem ser utilizadas de forma concomitante, como bem exemplificado na obra de Ostrom e sugerido pela própria autora, portanto, conhecendo as limitações metodológicas de ambos os enfoques o objetivo dos próximos capítulos deste trabalho é explorar o que existe de conhecimento consolidado no campo teórico e, em estudos de campo, discutir a existência de divergências em seus resultados, ponderar fenômenos previstos e não observados, a criação de novos arranjos sociais, a partir das prescrições teóricas e da existência de fenômenos ainda inexplicáveis à luz da teoria.

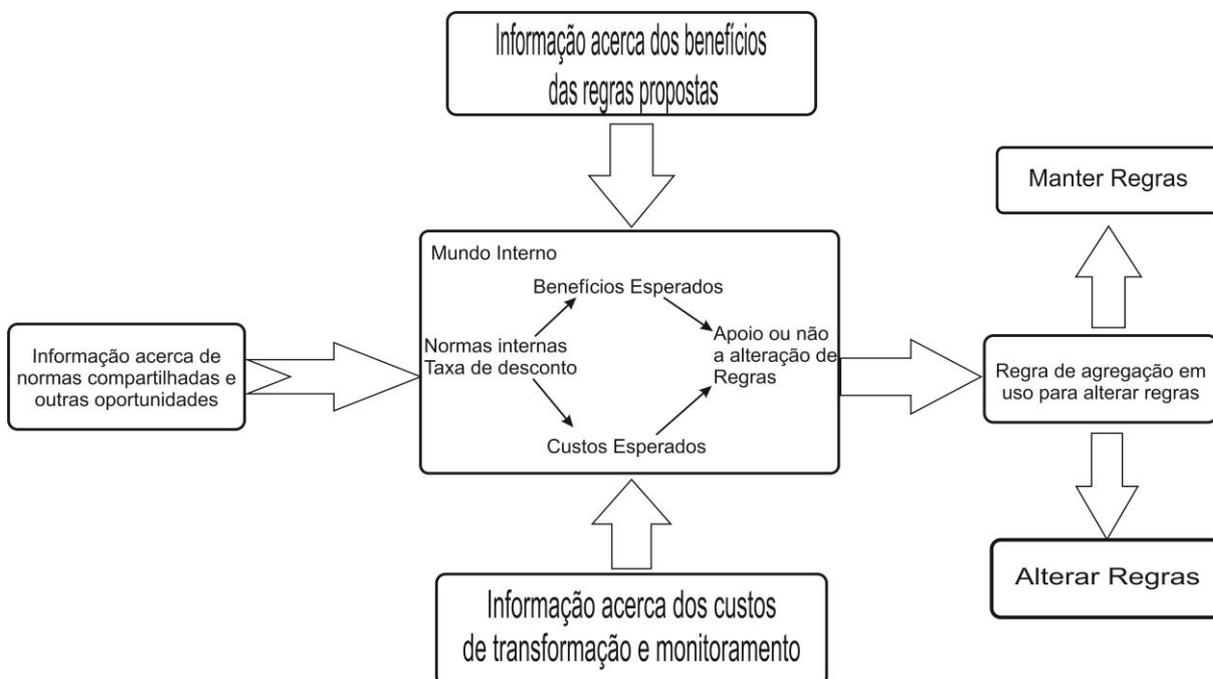
## 2 – FORMAÇÃO INSTITUCIONAL EM ELINOR OSTROM

A análise de Elinor Ostrom das condições em que comunidades de apropriadores ligadas à Common Pool Resources conseguem se organizar, considera os apropriadores como agentes racionais, agindo em situações complexas e altamente incertas.

No entanto, o conceito de racionalidade utilizado pela referida autora não é o de racionalidade em senso estrito, mas uma definição abrangente que esvazia o conceito e se baseia na ponderação de custos e benefícios por parte dos apropriadores a depender fundamentalmente de variáveis situacionais.

Existe uma série de problemas chave que têm que ser solucionados pelo grupo de apropriadores para lhes permitir superar o enigma constitucional. É necessário produzir regras, fazer um comprometimento credível com seu cumprimento e monitorar a aderência dos participantes a esse conjunto de regras.

**Figura 1 – Custos e Benefícios**



Elaboração Própria, **Fonte:** OSTROM, 1990, p.193

Ostrom nos fornece um diagrama muito útil, que serve de base para analisar o argumento. No entanto, este possui limitações.

'If the three following conditions are met, the institutional analyst only ascertain the values of the summary variables to predict individual strategies:

- 1 Accurate summary measures exist for each summary variable
- 2 Individual completely and accurately translate information about net benefits and net costs into expected benefits and expected costs
- 3 Individual, behave in a straightforward, rather than strategic, manner

OSTROM, 1990, P.194

Existem poucas situações em que as três condições são atingidas, logo, é necessário compreender as variáveis situacionais que influenciam a tomada de decisão e não somente o processo de tomada de decisão.

## 2.1 AS VARIÁVEIS

As variáveis do mundo interno, que determinam as lentes através do qual os indivíduos analisam a realidade. Enquanto a realidade objetiva do recurso e a disponibilidade das informações acerca dessa realidade são os parâmetros.

Dois elementos são centrais, o conjunto de normas internas e a taxa de desconto dos fluxos do recurso.

A taxa de desconto é o valor relativo dos fluxos do recurso natural no tempo. Em uma situação hipotética, na qual todos os apropriadores têm planos de se mudar o valor relativo de fluxos futuros de recursos naturais obtidos pelo melhor gerenciamento do recurso é nulo e, portanto, não há interesse em uma mudança, se por outro lado em situações que podem variar do isolamento geográfico ao preconceito com os participantes da comunidade, os apropriadores têm interesse em explorar o recurso por tempo indefinido, o interesse por um novo conjunto de regras cresce enormemente.

As normas internas são padrões de comportamento como parte da comunidade, normas que são seguidas, mesmo sem monitoramento integral, e formam as impressões do indivíduo acerca do comportamento alheio e o envolvimento destes em situações comuns e a distância que moram do recurso natural.

A análise dos benefícios esperados depende do número de participantes envolvidos, do tamanho do recurso sendo explorado, da variabilidade da disponibilidade do recurso e de suas condições atuais, das condições do mercado de venda, da quantidade e do tipo de conflito, da disponibilidade de informação acerca dessas realidades, das regras correntes e das regras propostas.

Os benefícios a serem ponderados são, de certa forma, óbvios, um recurso saudável com bons preços de mercado, se mantido, tem grandes retornos esperados. No entanto, é interessante destacar o papel da variabilidade, um recurso com fluxos previsíveis permite que ano a ano uma quantidade de recurso seja extraída, mas se o recurso possui um alto grau de variabilidade, os apropriadores se veem tentando compensar os anos ruins nos anos bons, uma sequência de anos ruins, que coloque a subsistência em jogo, deteriora enormemente qualquer conjunto de regras tornando-o muito menos adequado à organização. Além disso, há uma relação íntima com a taxa de desconto, uma vez que mesmo com valores relativamente estáveis no tempo a disponibilidade se torna incerta.

A análise de custos é dividida em dois tipos: custos ex ante, ou seja, aqueles para alterar as regras correntes e alterar o status quo e os custos ex post de execução e monitoramento desse conjunto de regras.

Os custos ex ante dependem das regras previamente impostas, dos requerimentos das autoridades, do número de participantes envolvidos, da heterogeneidade dos seus interesses, do processo atualmente existente para formação de regras, da presença de líderes, da regra proposta, das estratégias anteriores dos apropriadores e da autonomia para alterar regras.

A heterogeneidade dos interesses é chave, a existência de pescadores de subsistência e de grandes corporações torna a construção de acordos extremamente difícil, por outro lado, a existência de fóruns anteriores de formação de regras, assim como a presença de lideranças interessadas são grandes facilitadores, reduzindo imensamente custo de se iterar um conjunto de regras. Outro elemento interessante são as estratégias anteriores dos apropriadores, a falha de um esquema anterior de organização pode levar à perda de confiança, ou à animosidade. E por fim a regra proposta em si tem seus próprios custos, uma regra que cria períodos de defeso, por exemplo, é muito menos custosa para aplicar do que uma de quotas de produção,

pois uma exige monitoramento detalhado da produção dos pescadores enquanto a outra estabelece que qualquer um realizando extração em dado período viola a regra.

Os custos ex post dependem do tamanho e da estrutura do recurso a ser explorado, da tecnologia para excluir participantes, da tecnologia de apropriação, do arranjo de marketing, das regras propostas e de sua legitimidade

Os custos ex post são basicamente: a dificuldade em se monitorar a obediência às regras, por exemplo, é relativamente difícil monitorar a quantidade de água extraída de um poço em comparação com a quantidade de peixe que um pescador traz à praia dia a dia.

Considerando essas informações, Ostrom produz uma lista de parâmetros do recurso e dos princípios de design necessários para a organização, são eles:

#### Quadro 3 -

Propriedades do Recurso	Descrição
Melhora possível	Ainda podem existir ganhos em se organizar
Indicadores	Confiáveis, válidos e disponíveis a baixo custo
Previsibilidade	Recurso permite o planejamento de fluxos
Limites espaciais	O recurso é suficientemente pequeno que os apropriadores podem desenvolver conhecimento dos limites e ambientes

Fonte: Ostrom(1990)

#### Quadro 4 -

Atributos do apropriadores	Descrição
Saliência	Os apropriadores são dependentes do recurso para uma parte significativa da sua subsistência.
Entendimento Comum	Os apropriadores têm uma imagem comum de como os recursos e como suas ações afetam uns aos outros
Taxa de desconto	Tem de ser suficientemente baixa para manter o interesse em retornos futuros
Confiança e reciprocidade	A comunidade pré-existente tem que possuir laços suficientemente fortes
Experiência organizacional prévia e lideranças locais	Essa comunidade tem organização política suficiente

Fonte: Ostrom (1990)

Na existência dessas condições, Ostrom considera que a situação ideal para a emergência de organização existe, os custos de mudar as regras são relativamente baixos, o interesse dos participantes no recurso é alto e há bons retornos esperados por adotar as novas regras, existem punições creíveis e é, portanto, é vantajoso adotá-las. O que não significa que isso ocorrerá, não importando o quão alinhados estejam os interesses, o processo é sempre difícil. E um grande fator que é o ambiente externo em que se inserem os apropriadores não está em suas mãos, regimes corruptos ou com autoridade centralizada podem inviabilizar quaisquer medidas.

Além disso, certas condições são observadas em instituições CPR de longa duração

#### Quadro 5 -

Princípio de Design	Descrição
Limites bem definidos	Definição clara de limites geográficos assim como direitos de extração
Congruência entre regras e condições locais	Autoexplicativo
Arranjos de escolha coletiva	A maioria dos indivíduos afetados pelas regras pode participar em sua alteração
Monitoramento	Responsáveis pelo monitoramento respondem aos apropriadores
Sanções graduadas	Sanções que garantem a razoabilidade na aplicação das regras
Mecanismos de resolução de conflito	Arenas locais de resolução de conflito a baixo custo
Reconhecimento mínimo do direito de se organizar	Não há contestação externa do direito de organização

**Fonte:** Ostrom (2002)

As sanções graduadas são importantes, pois, em caso de emergência, desviar-se das regras teria pequenos custos, dessa forma, a maneira como tais regras são aplicadas não se torna excessivamente rígida e garante sua aplicação contínua.

Além disso, são inseridos mecanismos que permitem a correção de erros, mecanismos de resolução de conflito, arranjos de escolha coletiva com grande

participação e a responsabilização dos monitores aos apropriadores que garante a execução correta das regras previamente definidas.

E reiterando, o problema dos regimes políticos externos, a contestação governamental das instituições as fragiliza.

## 2.2 CRÍTICAS

Dentre esses princípios, os limites bem definidos provavelmente são a ideia mais criticada enquanto é indubitável que estes auxiliam a internalizar custos e benefícios de um sistema de recursos, porém fronteiras podem ser gradativas, enfraquecendo o princípio originalmente proposto.

No entanto, mesmo após 27 anos, de forma geral, a análise Ostrom é suportada pelos dados, apesar de a lista de fatores, muitas vezes, ser considerada incompleta, ignorando, por exemplo, a participação de fatores socioeconômicos externos.

Portanto, a literatura moderna do tema não tem grandes divergências da obra original com revisões como Cox et al(2010), sugerindo alterações menores a alguns dos princípios.

A segunda crítica principal é acerca da possibilidade de aplicar os princípios de design, em casos além daqueles que foram utilizados para desenvolvê-los , um dos problemas chave seria globalização de mercados e como comunidades locais lidam com a integração a redes político econômicas tão complexas. Isso não significa que alguns dos princípios não se mantenham mesmo em larga escala, mas é improvável que a teoria dos CPRs resolva, por si só, os problemas em escala global. Por fim, o receio de que tais princípios sejam excessivamente generalizados é diretamente ligada aos problemas mencionados e que, portanto, deveria-se redirecionar a teoria para diagnósticos.

## 2.3 LIMITAÇÕES

Em Ostrom (2002), dois puzzles teóricos são apresentados acerca do problema dos comuns. O primeiro deles é o efeito do tamanho da comunidade na emergência de soluções, ainda é incerto, muitos teóricos argumentam que a correlação é negativa e a análise em teoria dos jogos vê correlação negativa e alguns estudos de campo envolvendo florestas e irrigação apontam para o mesmo caminho.

Por outro lado, a análise da performance de grupos não parece indicar qualquer relação com tamanho, em certas circunstâncias, o número é pequeno sendo detrimental para o monitoramento das atividades. Um número pequeno de indivíduos, em uma grande área, encontra problemas logísticos e tem dificuldade em designar monitores devido ao seu custo.

Além disso, um dos problemas que complicam a análise é o fato de que as demais variáveis não permanecem constantes ao se variar o tamanho do grupo.

A heterogeneidade é o segundo deles e se manifesta de diversas formas, de backgrounds culturais diferentes, ao diferencial de interesses entre pescadores de subsistência e industriais. E mesmo dentre grupos, relativamente homogêneos, aqueles com algum patrimônio podem ter interesse em um conjunto de regras muito diferente do conjunto. No entanto, se seus interesses estão alinhados isso é um facilitador da organização.

A questão do tamanho da organização é diretamente conectada à de provisionamento de bens públicos e seu problema mais conhecido “free riding”. Este consiste na incapacidade de excluir dos benefícios aqueles que não contribuem em sua obtenção, dessa forma, há incentivo para reduzir seu nível de esforço em uma atividade com benefícios coletivos e aproveitar-se dos benefícios do trabalho alheio.

No entanto, a dinâmica que se apresenta nas interações humanas, ao se variar o tamanho de um grupo, é mais complexa, podem ser estabelecidos os diversos níveis de custo e benefício, quanto a estes existem os individuais, os coletivos e muito importante para a possibilidade de arranjos de ação coletiva a relação custo benefício do monitoramento, além disso, a probabilidade também tem um papel, que gera uma relação não linear como encontrado em W. Yang et al(2013), em que o tamanho ideal encontrado para grupo é médio.

Uma forma de idealizar tal relação não linear é com vizinhos que dividem um corredor e onde há um problema de depósito de lixo na área pública, com dois vizinhos de porta o custo é total para um único indivíduo, o benefício do combinado é a limpeza

completa da área e o monitoramento é simples, afinal só existem dois participantes. No entanto, só há dois sujeitos que podem tomar iniciativa e basta a discordância de um ou outro para que não exista solução.

Com dez indivíduos, o benefício individual é constante ou levemente crescente, o efeito proporcional de remover o lixo de um deles é decrescente, o custo de organizar essa massa de sujeitos é crescente, bem como a massa de benefícios, dez pessoas podem aproveitar um corredor limpo, de forma que um número de indivíduos maior abre possibilidades acerca de arranjos para melhorar o monitoramento, é possível-se, por exemplo, instalar uma câmera e esse mesmo arranjo pode se repetir com 20 indivíduos. Além disso, com um número crescente de pessoas a probabilidade de alguém tomar a iniciativa aumenta, o que nada mais é que a possibilidade de “free riding” nos esforços organizacionais. Com dez indivíduos, a heterogeneidade de preferências também é um fator, alguém que odeia baratas será ser excepcionalmente motivado a limpar os corredores. Ademais, a anuência de todos os participantes não é mais estritamente necessária, oito ou nove moradores podem acordar em manter o corredor limpo mesmo que isso envolva remover lixo de terceiros.

Apesar disso, ao se atingir um prédio de dez andares com 200 pessoas, existe uma mudança estrutural, uma coordenação porta a porta se torna tão custosa para um indivíduo que se mostra inviável. Seria necessário um grupo que dividisse tarefas ou a realização de assembleias, com dez andares e um número igual de câmeras um zelador pode ser necessário para garantir a execução das regras, Então, ocorre um salto nas necessidades organizacionais. Um salto nos custos e, desse modo, o benefício individual máximo continua sendo viver em um prédio limpo.

Portanto, com um número muito pequeno de indivíduos pode ser fácil de organizar, mas não o fazer pela impossibilidade de dispor de formas organizacionais mais complexas, pela falta de expertise, pela falta de iniciativa. Um número médio de indivíduos abre novas possibilidades organizacionais, aumenta a possibilidade de “free riding” organizacional, sem tornar os custos de monitoramento insuperáveis, aumenta a chance de haver iniciativa. Em um grande grupo, ocorrem mudanças qualitativas, tornando a organização mais difícil, o problema não sendo tanto que crescem os custos de coordenação per capita, mas o aumento do custo inicial. Uma assembleia pode ser uma forma mais barata de organizar pessoas per capita que

bater de porta em porta, mas requer a organização,, uma convocação em local e horário convenientes e a anuência de número significativo de indivíduos.

Do outro lado, a questão da heterogeneidade se ramificou, existem diversos tipos de heterogeneidade, heterogeneidade de riqueza, heterogeneidade de identidade ou cultural, heterogeneidade de interesses e diversas outras. A heterogeneidade de riqueza talvez seja a mais pervasiva, mas muitas vezes, diversos tipos de heterogeneidade estão correlacionadas. Além disso, outro problema que se apresenta ao se analisarem participantes bastante diferentes, a medição dos resultados, o que se busca são arranjos que melhor conservam o recurso ou são aqueles que sucedem em produzir as próprias regras ou é a capacidade desse sistema de se adaptar da organização produzida. Não existe uma resposta clara e todas as soluções representam propriedades desejáveis em algum nível.

A heterogeneidade de riqueza tem efeitos positivos sobre os resultados, através dos chamados efeitos de Olson, indivíduos com mais riqueza investida em um CPR também têm maiores incentivos para conservá-lo e maiores meios para garantir sua execução, seja na forma de conhecimento, ou na disponibilidade de dinheiro para custos como cercas, por exemplo. Porém, a partir de certo ponto, essa riqueza pode levar a uma divergência de interesses e de identidade.

A divergência de interesses é possivelmente a questão mais difícil de ser superada se um grupo tem interesses temporais diferentes do outro, nesse caso, um acordo pode não ser possível. A heterogeneidade cultural poderia produzir benefícios para um recurso comum ao trazer empreendedores, líderes, pessoas especialmente dispostas a mudarem o conjunto de regras, no entanto, essa heterogeneidade pode significar que a participação dos indivíduos nunca é plena, além do fato de que diminui um dos elementos essenciais da organização: a confiança. Efeitos variam de acordo com tipo de recurso analisado, mas a evidência de instâncias em que heterogeneidade cultural traz benefícios é tênue.

## 2.4 GLOBAL COMMONS

Por fim, a luz dessas tentativas de expandir o escopo do trabalho de Ostrom, o que se desenvolvem são análises acerca de bens comuns globais. Eles diferem de CPRs locais de diversas maneiras, incluindo milhões ou bilhões de participantes, o fato de que a degradação, muitas vezes, não é saliente para os participantes, sendo mera consequência indireta das ações destes, interesses divergem de forma que aqueles mais afetados pela degradação de um recurso não são os maiores apropriadores, como no caso das nações ilha e o aumento do nível do mar, participantes são de todas as culturas, países, sistemas e ideologias e o aprendizado por experiência direta não é uma opção.

Medidas como a definição de limites não são úteis na resolução de problemas globais. Outros sofrem de problemas de escala, permitir que a maioria dos apropriadores participe seria um grande desafio se usuários são a população do globo. Por outro lado, esse princípio pode ser reformulado como “Participação significativa de um grupo de partes interessadas e afetadas no desenvolvimento de regras.”

Além disso, nessas escalas, os problemas se confundem com aqueles do sistema político ao largo, fazer com que os monitores sejam responsabilizados pelos usuários é muito importante, mas muito mais difícil.

Na mesma linha, sanções graduadas e resolução de conflitos com baixo custo esbarram nas limitações de estados, fronteiras e da organização da comunidade internacional

Dessa forma Stern (2013) sugere a seguinte lista de princípios:

1. Invest in science to understand the resource and its interactions with users and those affected by its use.
  2. Establish independent monitoring of the resource and its use that is accountable to the range of interested and affected parties.
  3. Ensure meaningful participation of the parties in framing questions for analysis, defining the import of scientific results, and developing rules.
  4. Integrate scientific analysis with broadly based deliberation.
  5. Higher-level actors should facilitate participation of lower-level actors.
  6. Engage and connect a variety of institutional forms from local to global in developing rules, monitoring, and sanctioning.
  7. Engage a variety of institutional forms.
  8. Plan for institutional adaptation and change.
- Stern (p.32)

Vários dos princípios são adaptações diretas das ideias de Ostrom, que se apresentam como guias muito úteis para a análise, a disponibilidade de informação confiável de forma barata confiável manifestada nos princípios 1 e 2. Os princípios seguintes trazem monitoramento e formas de organização para um ambiente altamente assimétrico. Admitindo a existência de muitos níveis, buscando trazê-los para a deliberação. Os dois últimos são aqueles que provavelmente mais se distanciam dos insights trazidos por Ostrom, sua função é auxiliar com o problema de escala, estão contidos nele as a necessidade de múltiplas formas institucionais para lidar com problemas extensos , que podem ter sua solução mais eficiente no mercado, no estado ou na comunidade, além de arranjos híbridos destes e, por fim, uma vez que se lida com problemas que lidam com a multitude é preciso planejar não só com um objetivo em mente, mas assumir que os processos vão ser transformados pelo tempo, pelas culturas , pelos incentivos e que, portanto, não é necessário planejar só para prevenir a evolução de consequências indesejadas, mas criar formas de organizações resilientes em um ambiente global mutável.

Apesar disso, algo essencial se perde dessa forma, dada a saliência das consequências e os efeitos globais, o investimento não é só necessário na disponibilização, mas na divulgação de informações, a tomada de uma ação coletiva é muito mais simples se existe uma visão compartilhada de mundo por um número relevante de agentes e engajá-los na solução do problema, na produção de regras e no monitoramento é muito mais fácil se está claro que existem consequências decrementais de suas ações ou da ação de outros sobre sua vida.

### 3 SAMUEL BOWLES E TEORIA DOS JOGOS

Retomando a análise de Bowles, a evolução de normas e instituições, tais como direitos de propriedade, são interações não cooperativas, mas de interesse comum. E onde existe complementariedade estratégica, na adoção de uma dada estratégia, ou seja, quanto maior o número de indivíduos adotando uma estratégia maiores os retornos desta. Esses, portanto são bem representados por jogos de confiança.

Existe ampla evidência experimental de que, em situações reais, o equilíbrio menos arriscado é preferido e pode ser sustentado por longos períodos de tempo. Voltamos portanto ao “classical constitutional conundrum” e à pergunta central de como o equilíbrio Pareto eficiente pode ser atingido, uma vez que o jogo possui dois equilíbrios de Nash e só um deles é eficiente do ponto de vista de Pareto.

O grande problema dessa abordagem é que racionalidade distintas entre indivíduos diversos, presente nos agentes reais e a teoria dos jogos tradicional, apresentam uma série de problemas ao lidar com a existência de atores com racionalidades diversas, ou que não ajam de forma completamente racional, mas comportamental, inclusive podendo escolher uma estratégia pior para si por processos emocionais, tais como raiva ou ressentimento, além da simples dificuldade para um agente real em computar o equilíbrio de Nash do jogo relevante, um segundo ponto é a dificuldade em discernir os múltiplos equilíbrios que podem surgir a partir de tal dinâmica, o que nos leva ao terceiro ponto o fato de que a sociedade não é bem modelada por um único jogo e ainda um jogo com estrutura imutável.

Portanto, enquanto a teoria dos jogos captura muitos dos elementos essenciais das dinâmicas que regem a interação humana, a sua dimensão estratégica a possibilidade de estendê-la no tempo. A análise da racionalidade com uma única estratégia, ou a modelagem de toda a sociedade como um único jogo se mostraria insuficiente.

Em sua abordagem original, Nash considera que uma das das aplicações possíveis dos jogos era que esses descrevessem populações representativas. No entanto, ao se tentar compreender as dinâmicas que produzem tais populações representativas, mesmo em jogos repetidos, é necessária a adição de outras

condições para compreender o que ocorre, caso os indivíduos não sigam uma racionalidade estrita.

Dessa forma, foi desenvolvida a teoria dos jogos evolutiva em paralelo a comportamental, em que os jogadores não estão presos a equilíbrios de Nash, mas são modelados, comportando-se de acordo com estratégias das mais variadas, de regras simples, como um olho por um olho, a padrões complexos envolvendo múltiplos períodos anteriores ou, modernamente, aprendizado de máquina e cada um desses padrões é considerado um fenótipo. Inúmeros fenótipos foram desenvolvidos ao longo das décadas, alguns tentando imitar o comportamento humano de forma realista, outros meramente tentando buscar estratégias superiores, sendo parte de sua intenção compará-las com comportamentos realistas.

Assim, o foco muda do equilíbrio de Nash, para analisar quais são as estratégias evolucionariamente estáveis, aquelas que, começando sob qualquer combinação de fenótipos, pode predominar e sua população estabelecida não pode ser invadida com sucesso.

Os processos utilizados para análise de equilíbrios evolutivos são comumente de dois tipos, estocásticos e equações replicadoras. Estas são deterministas e não possuem mutações, mas permitem a análise do comportamento da dinâmica de populações infinitas, conhecendo a proporção dos indivíduos. São muito úteis para descobrir equilíbrios revolucionariamente irrelevantes e, além disso, permitem a visualização de dinâmicas que não constituem equilíbrios, mas são altamente relevantes no mundo real. Esses fenótipos podem ter tais variações devido ao papel relevante das estratégias mistas, nas quais a ação dos outros indivíduos pode afetar o padrão de comportamento.

Neste ponto, focamos na dinâmica dos Processos de Moran como representantes dos processos estocásticos pelo seu uso comum em teoria dos jogos evolutiva, estes são utilizados para simular a interação de populações finitas, incorporam variabilidade que melhor captura as imperfeições presentes sociedades com número finito de indivíduos. A cada passo, um indivíduo é escolhido para se reproduzir e outro para morrer, mantendo as populações constantes, a probabilidade de um indivíduo ser escolhido para morte ou reprodução depende da aptidão ou fitness de sua genética.

- i. Consider a homogeneous population of size  $N$  consisting of residents and mutants
- ii. At each time step an individual is chosen for reproduction with a probability proportional to its fitness (here, resident is selected for reproduction).
- iii. A randomly chosen individual is eliminated (here, mutant is selected for death).
- iv. The offspring replaces the eliminated individual. (LIEBERMAN, 2005, p.2)

Tal metodologia é comumente aplicada a gráficos em que é utilizada para modelar a transmissão de comportamentos entre populações.

É possível também alterar a função que determina a aptidão de cada estratégia.

$$1 - w + w * resultado$$

Ohtsuki(2006)

A função ilustrada acima é comumente utilizada para escalar a intensidade da seleção. Com  $w=1$  a seleção é totalmente determinada pelo jogo. Conforme  $w$  se o impacto do resultado do jogo é diminuído e todos os jogadores recebem uma fração de 1 como recompensa.

Um elemento importante que tais processos permitem capturar é que as estratégias não existem de forma isolada e que sua performance depende, além do jogo que está sendo jogado, de outras estratégias com as quais ela interage e em que proporção.

Os jogos mais comuns, utilizados para análise são jogos do tipo Hawk Dove, Dilemas do prisioneiro, Chicken e jogos de confiança como caçadas do cervo, apesar disso, independente do jogo, todos os equilíbrios evolutivos de estratégias puras têm de ser equilíbrios de Nash do jogo jogado por atores racionais, caso contrário, a população pode ser invadida com sucesso por estratégias que o joguem.

Com esses desenvolvimentos, dentro da teoria dos jogos, é possível analisar uma miríade de processos, da evolução do dinheiro à propagação de normas culturais no tempo e no espaço.

Aqui, vou me restringir, por uma questão de complexidade, a modelos com espaço e transmissão de traços culturais omitidos. O que não significa que os modelos mais recentes não comportem as diferenças que a geografia faz ou que a cultura não possa transformar equilíbrios e processos.

### 3.1 METODOLOGIA

Os gráficos utilizados na ilustração do capítulo foram gerados com o uso das bibliotecas Axelrod , Matplotlib e Egtplot em python. As sementes de tais simulações foram ignoradas devido à sua finalidade ilustrativa.. O número de indivíduos e simulações foi limitado por conta da intensidade computacional dos processos de Moran.

### 3.2 AS DINÂMICAS DOS JOGOS

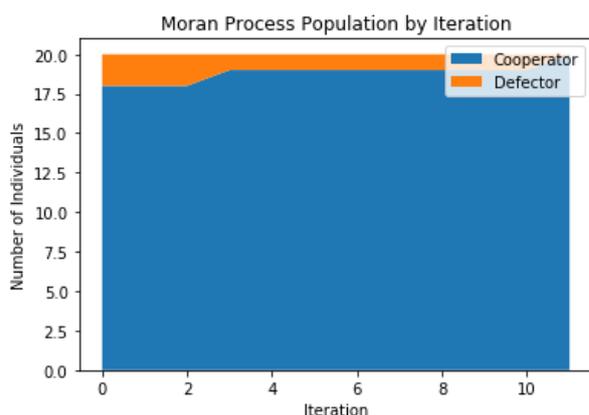
Aqui, focando em estratégias puras ,devido à maior clareza da dinâmica e à abundância de estratégias mistas , faz-se uma breve análise das dinâmicas de jogos evolutivos. Enquanto equações replicadoras são boas ferramentas para indicar comportamento típico, elas não capturam as possibilidades presentes no mundo real, então, processos estocásticos são apresentados.

**Figura 2- Representação de uma simulação envolvendo dilema do prisioneiro**



Fonte: elaboração própria

**Figura 3 – Representação de uma simulação onde a estratégia evolutivamente instável domina**



**Fonte:** elaboração própria

Em dilemas do prisioneiro, jogo que possui único equilíbrio de Nash, os resultados são bastante fortes ao se lidar com estratégias puras. Ambos os gráficos são representações de sistemas iterados por processos de Moran, mesmo pequenas quantidades de indivíduos que adotem uma estratégia pura, que seja um equilíbrio de Nash, podem invadir uma população cuja estratégia não é um equilíbrio, mas a dinâmica estocástica do processo, operando em populações finitas, faz que isso não ocorra de forma automática. No caso dos gráficos, aqui representados, 10% de uma população foi definida como delatora, o processo foi simulado 100 vezes e os delatores invadiram a população com sucesso 44 em 100 vezes, mostrando a força da estratégia, porém a complexidade da transformação em um ambiente mais realista.

**Figura 4 – Representação de simulação com a dinâmica típica**



**Fonte:** elaboração própria

Enquanto isso, em situações de início com populações equilibradas e, portanto, menos voláteis a chance estratégia de sempre delata tende a dominar 100% do tempo conforme a população cresce.

Ao se realizar o mesmo exercício com jogos do tipo caçada ao cervo, tendo uma população com metade dos seus indivíduos, tem-se um processo com chances iguais de domínio por parte de ambas estratégias, ou seja, sua solução para populações infinitas.

Certos jogos como, por exemplo, Chicken possuem equilíbrios tipicamente polimórficos, em que cada estratégia tem maiores taxas de sucesso quando é minoria na população. Em Chicken pé o oposto de um jogo de coordenação existe complementariedade negativa em ações comuns. Levando a dinâmicas populacionais altamente complexas.

Em sistemas dinâmicos não existe certeza sobre a existência de um equilíbrio estacionário, as proporções presentes nas populações estão sujeitas a variações, equilíbrios podem não ser completamente estáveis de forma que a população majoritária se altera ciclicamente, muitas vezes, com longos períodos de aparente estabilidade.

No entanto muitos todos esses jogos possuem soluções pontuais, que determinam o resultado intrínseco do jogo e podem tomar a forma de equações replicadoras.

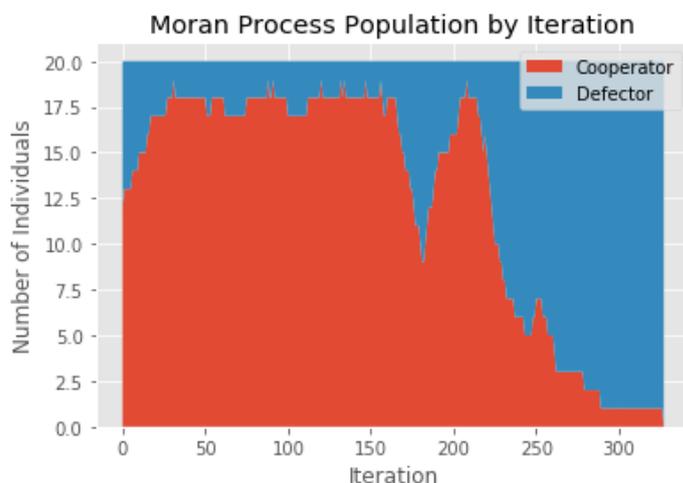
**Figura 5 – O jogo da galinha**

A/B	Macho	Galinha
Macho	-10:-10	1:-2
Galinha	-2:1	-1:-1

**Fonte:** elaboração própria

No jogo, um resultado com uma população de Machos tem resultados médios muito inferiores a um com uma população de galinhas, mas ambos são equilíbrios de Nash.

**Figura 6** – Ilustração das múltiplas dinâmicas presentes em um jogo do tipo Chicken



**Fonte:** elaboração própria.

A figura 5 mostra um longo período de estabilidade e mudanças abruptas que culminam, após 350 períodos, na dominação por parte de Machos, o resultado poderia ter sido o inverso ou a simulação rodar eternamente sem que nenhuma estratégia dominasse.

No gráfico, a população oscila diante das pressões de ser maioria presente nesse jogo, porém devido à chance, a população de galinhas no gráfico como “cooperator” apresenta estabilidade, até que eventualmente em um processo súbito a população de machos domina. Replicando dinâmicas, como as regras trabalhistas do regime do apartheid, com longas estabilidades e súbitos colapsos.

Tais situações estão, além do escopo do jogo, sendo causadas nessa simulação por chance, sem maiores explicações, o que não quer dizer que não possamos olhar além. Em qualquer escala, uma variável, como a intensidade das chuvas sazonais, é capaz de alterar o equilíbrio de uma sociedade. Para Bowles, considerando-se os equilíbrios polimórficos, a análise institucional pode ser traduzida como uma de seleção de equilíbrios e jogos do tipo chicken exemplificam perfeitamente tais dinâmicas.

Os jogos do tipo Hawk Dove, são um dos primeiros utilizados na investigação de jogos evolutivos e têm seus resultados determinados por variáveis, além de poderem ser analisados variando-se resultados, no entanto, se  $V > C$  ele é um jogo de Chicken e se  $V \leq C$  o jogo é um dilema do prisioneiro.

**Figura 7 - Hawk Dove**

	Hawk	Dove
Hawk	$(V-C)/2, (V-C)/2$	$V, 0$
Dove	$0, V$	$V/2, V/2$

**Fonte:** elaboração Própria

Enquanto, com a adição de estratégias adicionais, esse jogo possui resultados bastante interessantes, dentro do enfoque de jogos 2 por 2, ele pode ser analisado como parte dos outros jogos vistos posteriormente. Vamos, portanto, focar nas possibilidades de expansão com uma terceira estratégia

A ideia central de um jogo Hawk Dove é que, quando um jogador do tipo Hawk, encontra outro do mesmo tipo ocorre um conflito custoso  $V > C$ , quando dois jogadores do tipo Dove se encontram, eles dividem o resultado  $V/2$  e quando um Hawk encontra uma Dove ele se apropria todo o recurso, desse modo seu resultado é  $V$ . Sua dinâmica, portanto, é igual a do jogo de Chicken, em que uma população integralmente composta por um único tipo está sujeita à invasão pelo outro, por outro lado, uma população em que existem jogadores do tipo Hawk é ineficiente do ponto de vista de Pareto,  $C$  remove utilidade do jogo e isso pode ser utilizado para representar direitos de propriedade conflituosos

Uma nova estratégia pode ser proposta nesse jogo, assumindo um diferencial de informação entre os jogadores, essa estratégia chamada Burgeois em que os jogadores jogam como Hawks se donos e como Doves. Dessa forma, evitam a punição de agir como Hawks sempre e contra Doves como Hawks, obtendo maiores resultados. Bowles se utiliza desse exemplo para mostrar um caminho possível para o surgimento da propriedade privada. Com cada uma das estratégias sendo uma forma

como os indivíduos poderiam se portar. Hawk briga, dove cede e divide, burgeois briga quando a propriedade é sua e cede quando não é.

**Figura 8. hawk Dove Bourgeois,**

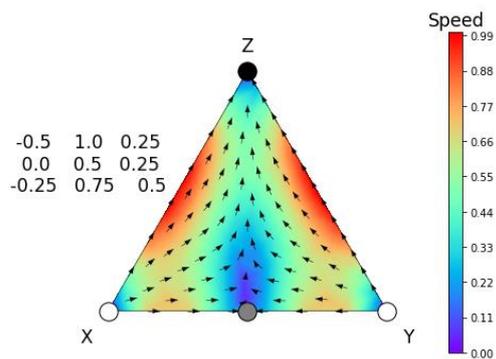
	Hawk	Dove	Bourgeois
Hawk	$(v-c)/2, (v-c)/2$	$V, 0$	$v/2+(v-c)/4, (v-c)/4$
Dove	$0, V$	$v/2, v/2$	$v/4, \mathbf{v/2+v/4}$
Bourgeois	$\mathbf{(v-c)/4}, v/2+(v-c)/4$	$\mathbf{v/2+v/4}, v/4$	$\mathbf{v/2, v/2}$

**Fonte:**elaboração própria

Nessa matriz resultado, Bowles assume que Bourgeois terão probabilidade 1/3 de interagir com as outras estratégias e probabilidade igual de ser o dono e não dono . Portanto, em uma interação de Bourgeois com Hawk metade do tempo Bourgeois recebe o benefício de hawk e metade do tempo o de dove. Portanto  $0/2+(V-C)/2/2$  ou  $(V-C)/4$ . Não é imediatamente óbvio como tal resultado tornaria essa estratégia superior.

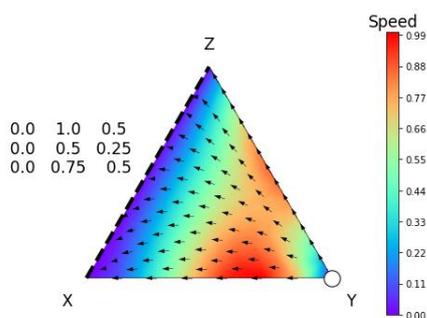
O gráfico abaixo, chamado de simplex, ilustra as dinâmicas da população com conflito custoso. as setas indicam a direção da atração e as cores a velocidade. X, sendo Hawk, Y, Dove e Z, Bourgeois. Em populações, metade Hawk e metade Dove, Bourgeois é fracamente dominante, então a atração é lenta, no ponto cinza. Em populações compostas de Hawk e Bourgeois e Dove e Bourgeois, Bourgeois é fortemente atrativa. O fator determinante nisso é que  $V < C$  e portanto o ônus do conflito é maior que o bônus, com  $(V-C)/4$ , burgeois reduz seu prejuízo a metade. É interessante notar que dado o fato da probabilidade das estratégias serem iguais, quando a proporção de Hawks e Doves é  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{1}{2}$  a força de Bourgeois é mínima, apenas convergindo seu desempenho para o nível da população.

**Figura 9: Hawk Dove Bourgeois  $V < C$**



Fonte: elaboração própria

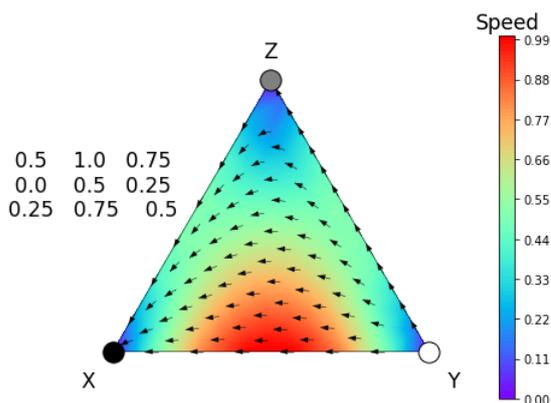
Figura 10: Hawk Dove Burgeois  $V=C$



Fonte: elaboração própria

Mas isso só é verdade se o custo do conflito for maior que o resultado. Com  $V = C$ , portanto com custo de conflito 0, Hawk e Burgeois e qualquer mistura das duas populações formam um equilíbrio. Por isso a linha pontilhada entre X e Z e a velocidade de atração 0.

Figura 11: Hawk Dove Burgeois  $V>C$



Fonte::elaboração própria

Se  $V > C$ , o conflito passa a criar valor para o jogador. Nessa situação, Burgeois ainda é uma estratégia competitiva como mostram as setas indo na sua direção geral, mas não é mais um equilíbrio e Hawks, o ponto preto X, o é pois o conflito geral valor, e eventualmente, domina a população.

Nesse contexto, com conflito custoso portanto a propriedade privada, defender o que seria seu, a estratégia Burgeois, seria vantajosa sobre a fuga de conflito das doves e o conflito constante dos Hawks. E portanto a propriedade privada seria evolutivamente estável.

### 3.3 OS TORNEIOS E AS DINÂMICAS DE ESTRATÉGIAS MISTAS

Jogos sem equilíbrios de Nash, que sejam estratégias mistas como Dilemas do prisioneiro, podem ser jogados com táticas variadas e existe uma diferença significativa entre os resultados obtidos pelas diversas estratégias.

Nesse espírito, David Axelrod organizou diversos torneios, de forma a descobrir quais estratégias possuem melhor desempenho. Dezenas delas foram colocadas para competir. Não existe um critério claro para quais devem ser analisadas devido à sua variabilidade. porém certos padrões de comportamento são apontados

por Bowles e podem nos servir de guia acerca dos tipos de comportamento humano esperados em cenários realistas.

If motives such as fairness and retribution or simply adherence to convention override material self-interest in the highly competitive environment of Illinois agriculture it may be wise to reconsider the behavioral assumptions of economics, which conventionally has taken self-interest—summarized by the term *Homo economicus*—as its foundation. (BOWLES, 2001, p.95)

First, many behaviors are best explained by what are termed *social preferences*: in choosing to act, individuals commonly take account not only of the consequences of their actions for themselves but for others as well. (BOWLES, 2001, p.96)

Paralelamente, nós sabemos os tipos de estratégias que tendem a ter sucesso em um cenário como o torneio de Axelrod. O grande vencedor é a estratégia Tit-for Tat, mas certos tipos de estratégias possuíam maiores chances de sucesso. Aquelas que não são as primeiras a trair, são fáceis de provocar para retaliar e perdoam de forma a não propagar traição, além disso, elas agiam de forma clara não confundindo o padrão de ação dos oponente.

Uma coisa que é importante notar é que enquanto Tit for Tat, em que ocorre uma reciprocidade de ações é uma estratégia que tipicamente domina, ela não é a melhor, imita o nível do oponente em uma população. Assim, em uma população composta por Tit for Tat e muitos Defector o resultado médio de cada jogo é quase igual ao de uma integralmente Defect.

### 3.4 AS CRÍTICAS DE BOWLES

Apesar do poder do ferramental, inclusive provendo muito da base analítica apresentada por Bowles e incluindo elementos, como a possibilidade de que agentes não ajam de acordo com os as respostas ótimas, a diversidade das estratégias mistas e como o agrupamento destas funciona como um mecanismo de seleção de equilíbrio, o autor considera que existem limitações ao modelo. Levando em conta a natureza

intencional da ação coletiva e as diferenças entre grupos de tamanhos diferentes, são necessárias quatro extensões ao modelo.

Primeiro, as respostas não ótimas são intencionais e não acidentais. Segundo, a taxa com que tais respostas não ótimas ocorrem é substancial. Terceiro, elas tomam a forma de ação coletiva. Quarto, subgrupos de uma população diferem de tamanho com aqueles em pior condição tipicamente em maior proporção que aqueles em melhor condição. O que o leva a concluir que instituições duráveis também não têm que ser eficientes e nem igualitárias. Níveis moderados de desigualdade podem impedir ação coletiva, pois o grau de desigualdade é insuficiente para motivar uma ação coletiva.

Além disso, populações maiores têm uma vantagem na manutenção do status quo, enquanto populações menores vivenciam mais variabilidade e, portanto, têm mais oportunidades de mover o equilíbrio de um ponto a outro. Ao mesmo tempo, convenções igualitárias são inacessíveis de situações muito desiguais devido à necessidade de grande número de indivíduos participantes para alterar a convenção vigente. Assim, convenções pouco desiguais não motivam ação coletiva e convenções muito desiguais a tornam imensamente difícil.

Desse modo, no ferramental da teoria dos jogos evolutiva, com populações razoáveis, taxas razoáveis de comportamento idiossincrático os tempos de transição de um ponto de atração para o outro são imensamente longos, mas isso pode ser contornado, com subgrupos com poucos indivíduos que acelerem a propagação de comportamento não ótimo, ademais, migração e emulação entre grupos podem aumentar ainda mais a velocidade de transformação.

## 4 OSTROM E BOWLES

As visões de Ostrom emergem de um ponto de vista muito distinto do problema, com sua racionalidade e estudos de campo que, apesar disso, tem muitos elementos em comum com jogos evolutivos. A interação contínua entre os indivíduos é central em ambas as visões, a definição de um jogo que represente a dinâmica dos comuns pressupõe informação, possibilidade de melhora do recurso e as taxas de desconto dos indivíduos.

Em um jogo cujo valor seja atualizado a cada round, para representar a piora no estado do recurso a informação sobre a deterioração do recurso não está presente no turno e, portanto, o que ocorre é uma simples espiral decrescente. Por outro lado, num jogo que não considere taxas de desconto adequadas não cooperar é melhor do que cooperar. Essa é a questão central do problema, todos os pescadores podem escolher pescar mais hoje ao custo de existir menos peixe amanhã. Ao se modelar o jogo, como uma caçada ao cervo, fica implícito que os participantes sabem dessa dinâmica e suas preferências a refletem.

O que fica claramente diferenciado é que se trata de jogos não cooperativos, então, condições iniciais em que cooperação pode emergir na ausência de arranjos de ação coletiva, e que mecanismos de punição e monitoramento podem estar imbuídos nas estratégias, a dimensão trair se traído da estratégia tit for tat é um mecanismo de punição.

### 4.1 REPLICANDO AS IDEIAS DE OSTROM NA ÓTICA DE BOWLES

Sabendo desses paralelos, e sem se utilizar de mecanismos de ação coletiva, trazendo situações semelhantes às apresentadas por Ostrom. A cooperação emerge? Quão frequente ela é?

Considerando que a escolha de estratégias não pode ser neutra, e a possibilidade das extensões propostas por Bowles, vamos trazer jogadas idiossincráticas como parte do comportamento da população com algumas considerações.

O comportamento idiossincrático, para além de considerações acerca da ação coletiva, pode representar adequadamente indivíduos que não veem o jogo de maneira igual. A população que não compreende o jogo da mesma forma, juntamente com a não interessada, é representada pela estratégia defect, não é necessário atribuir uma matriz de resultado específica, meramente que dentro desse jogo suas ações sejam equivalentes e o resultado coletivo idem.

Para a escolha de estratégias e suas proporções na população, uma vez que o número de estratégias é muito grande, vão ser considerar apenas aquelas relativamente simples e com alguma consideração acerca da justiça logo, táticas aleatórias estão fora de questão.

Uma parte pequena da população é composta de traidores e o restante por estratégias que podem cooperar. Estratégias cooperam condicionalmente e traem de forma a restaurar justiça, algumas têm ressentimento e por isso mudam permanentemente para traição. A forma como essa análise será realizada é usada como base de um jogo do tipo stag hunt, com pequena recompensa por cooperação. Dessa forma, não carregando o equilíbrio de Nash do jogo para cooperação.

**Figura 12** – O jogo simulado

A/B	Cervo	Lebre
Cervo	2:2	0:1
Lebre	0:1	1:1

**Fonte:** elaboração própria

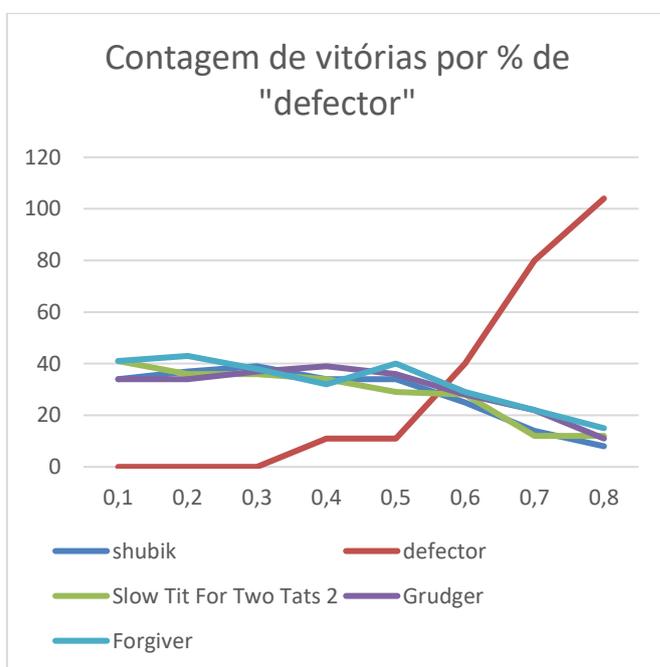
Com uma população de 90 %, composta por indivíduos estratégias com pressupostos moderadamente realistas, dividida igualmente entre 4 estratégias, inicialmente 10% de traidores. Aumenta-se, então, o percentual de traidores até o ponto em que a cooperação cessa.

Dadas essas restrições, as estratégias escolhidas foram, SlowTitForTwoTats2, que coopera os dois primeiros turnos, então, se o oponente

joga duas vezes a mesma estratégia, joga aquela jogada se não coopera, seriam as pessoas agindo de boa vontade. Shubik onde se joga tit for tat, exceto que a cada traição o número de rounds de retaliação aumente em um round, sendo a ideia alguém que vai pegando raiva, Forgiver que coopera, mas traí se for traído mais que 10% do tempo como pessoas que se o grupo estiver cooperando vão cooperar e grudger que se traído trai indefinidamente, que seriam pessoas pouco comprometidas em resolver o problema e quando veem algo dando errado desanimam.

Uma consideração importante nessa escolha é que processos de Moran, em grandes populações, duram um número imenso de turnos, então é necessário um cuidado, pois estratégias como forgetfulgrudger que voltaria a cooperar, após alguns turnos, comportar-se-iam, efetivamente, como cooperadores no longo prazo. Então, estratégias que coloquem um nível de permanência em seus comportamentos são importantes. A partir dessas considerações, mil e trezentas simulações com 25 indivíduos foram realizadas.

**Figura 12 – Resultado das simulações**



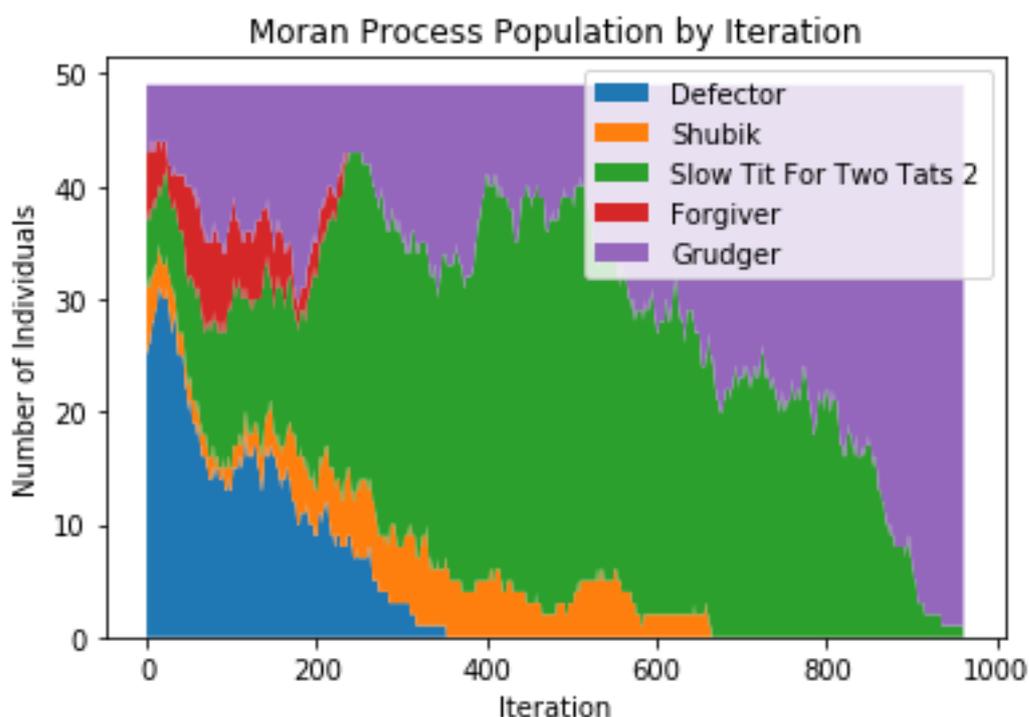
**Fonte:** elaboração própria

Na superfície cooperação, parece altamente resistente, afinal as estratégias shubik, slow tit for two tats e forgiver retornam, após alguns turnos, a um estado de cooperação, apenas grudger com performance equiparável e defector com boa

performance apenas quando é maioria,mas isso seria ignorar diversos grandes fatores. Porém, antes disso, é importante frisar o comportamento das diversas estratégias no jogo em questão, grudger está no mesmo patamar que o restante, ainda que seja mais simples e menos adaptável , por duas razões, tanto cooperação quanto defecção são equilíbrios de nash e com baixas proporções de defector, grudger pode se comportar como cooperador, ignorando portanto as pressões evolutivas,

Muito relevante também é o fato de que jogos de confiança têm equilíbrios de nash que são estratégias mistas, com uma taxa de cooperação dada.

**Figura 13 - Exemplo das dinâmicas**



**Fonte:** elaboração própria

Uma coisa que fica clara é a equivalência entre as diversas estratégias, com os dois equilíbrios de Nash e os longos períodos, que restabelecem o comportamento cooperador, torna-se necessário ponderar se estratégias com outras formas de aprendizado, que de alguma forma tentassem atingir o equilíbrio de Nash de estratégia mistas ou transicionassem de forma mais efetiva entre estratégias, obteriam

mais sucesso. No entanto, esse seria um comportamento estritamente maximizador e inadequado para essa simulação.

Diversos pontos têm que ser considerados acerca da aparente força da cooperação. O primeiro deles é como Bowles coloca o número de turnos necessário para a dominação completa por uma estratégia é grande e quando é imaginado em tempo real, converte-se em uma colheita, uma temporada, 3 meses a 1 ano, um jogo de 1000 turnos absolutamente comum com meros 50 participantes poderia ser de 250 anos a um milênio, acelerando o processo por um fator de 10 ainda estamos pensando em um século.

O segundo deles é o jogo, a parte difícil da equação, este sem nenhum ajuste para o futuro, de informação completa. O resultado recebido por hipotéticos pescadores, no respectivo período das suas ações, quem pesca mais recebe mais, no intervalo subsequente, todos recebem um pouco menos pelo mesmo nível de esforço. Se as decisões são tomadas, em cima dessa estrutura, não há qualquer mecanismo de seleção a decisão melhor é pescar mais e o recurso se esgota.

Um terceiro ponto é, para que exista uma dinâmica seletiva, em algum nível, os resultados das ações dos atores têm que ser capturáveis por eles mesmos e a dinâmica do recurso não podem ser uma de relativa estabilidade até colapso repentino. Então, em certo nível, esses jogos pressupõem algum nível de propriedade, seriam bons exemplos, complexos de rios e os pares de fazendas que cuidam melhor de sua mata ciliar têm riachos em melhor estado, mas todos se beneficiam quando o fluxo, rio abaixo aumenta, portanto, o ganho não é completamente coletivizado e melhoria visível ocorre em tempo. Ou vizinhos que plantem na mesma data, aproveitam alguma vantagem de plantar em conjunto, evitando pestes e alguma vantagem de plantar na data correta esses benefícios aumentam conforme a participação cresce.

No caso extremo, que é o da pesca, não existe nenhum mecanismo automático o qual atribua ganho privado àqueles que pescam menos e enquanto existe uma queda na produtividade, o recurso apresenta uma dinâmica com colapsos súbitos. Isso explica, em parte, porque casos reais de colapso são tão comuns, além disso, a informação acerca do estado do recurso é especialmente opaca para os extatores, se a pesca resulta em quantidades constantes e não se vê a diminuição do número de cardumes a consciência disso se torna um problema.

Tal dinâmica pode ser ampliada, aquíferos são opacos e com produtividade relativamente constante o que os torna uma fonte de problemas . Ao se trazer global Commons para análise, fuligem é um alvo muito mais fácil do que CO<sub>2</sub>. Mesmo que material particulado cause problemas, em longas distâncias, uma vizinhança de fábrica captura parte maior do resultado do seu esforço, a fuligem é visível, o que torna um problema de fácil identificação e ao ofuscar o sol certamente não se caracteriza um problema opaco. No entanto, uma vez que, ao menos metade da população entende essa dinâmica e age de acordo, existe uma chance.

## 5 -CONCLUSÕES

Bowles e Ostrom produziram textos de elevadíssimo nível, dentro de seus respectivos enfoques, com construções radicalmente diferentes e no entanto muitos paralelos. É possível concluir que emergência de coordenação entre indivíduos é altamente situacional, ocorrendo, a princípio, em número estreito de situações dentro de teoria dos jogos, leque que pode ser ampliado com a adição da possibilidade de ação coletiva, mas esta também é altamente situacional. Situacional não quer dizer volátil ou frágil, mas o número de requisitos em ambas as visões é extenso. As limitações geográficas, a necessidade de interação, informação, tempo e que forças exógenas não atuem ativamente contra. Superadas essas barreiras, os resultados são fortes, a coordenação ocorre e pode se manter por longos períodos no tempo. No caso da dinâmica evolutiva, mesmo na existência de grande número de desinteressados. O desafio que fica em ambos os casos é a ampliação do leque de atuação e agregar a esse conhecimento pontual. Além disso, alguns pontos ficaram pouco explorados neste trabalho, o problema do tempo, em que condições pessoas atribuem peso ao futuro. O que leva alguém a atribuir peso suficiente na colheita de seus netos para abrir mão dela agora. A ligação presencial é essencial? Existem elementos que podem alterar a taxa de desconto da sociedade e priorizar Global Commons?

Em exercícios futuros, a adição da dimensão geográfica e de externalidades para melhor modelar os ganhos de escala, o que ajudaria com as dinâmicas explosivas apontadas por Bowles sem requerer jogos específicos, seria excelente. O uso de dinâmicas replicadoras alternativas, talvez afetando um percentual da população por turno simulando uma taxa de mortalidade ou a saída da população economicamente ativa.

Por fim, enquanto muito útil e detentor de muito sucesso na explicação dos fenômenos observados, a noção de racionalidade esvaziada que Ostrom usa não é tão útil na determinação de políticas públicas, e, enquanto isso, pode se encontrar fora do escopo da obra original, é impossível não pensar nos sucessos obtidos pela economia comportamental e os chamados “nudges” em obter conformação a normas

com pouquíssimo esforço em quantas situações essas medias poderiam pôr um fim a tragédia dos comuns com um mínimo de coerção.

Uma consideração a esse respeito é como tornar os problemas visíveis no dia a dia? A adição de corante à gasolina que a fizesse produzir fumaça colorida ,por exemplo, ou mesmo letreiros eletrônicos na rua que indicassem quantos metros abaixo da média está o aquífero naquela área. Informação seria suficiente? Ou é preciso muito mais?

## 6– APÊNDICE 1 – PROCESSOS DE MORAN

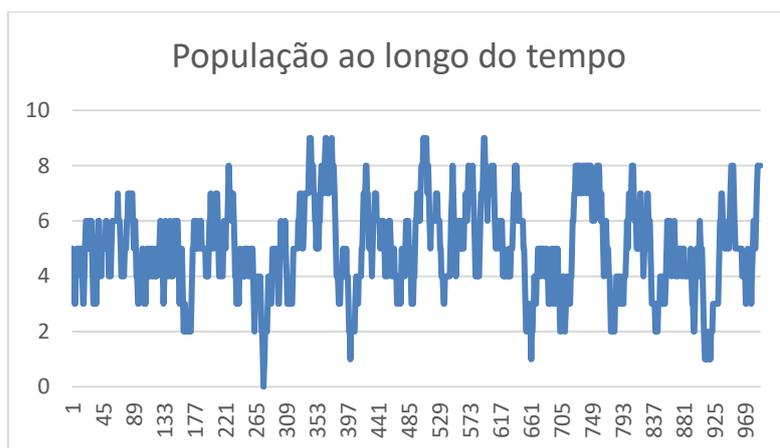
Processos de moran são processos estocásticos, que tratam de uma população de número contante e a proporção de indivíduos dentro dela. Lieberman caracteriza um processo de moran como apresentado abaixo.

1. Consider a homogeneous population of size  $N$  consisting of residents and mutants
2. At each time step an individual is chosen for reproduction with a probability proportional to its fitness
3. A randomly chosen individual is eliminated
4. The offspring replaces the eliminated individual. (LIEBERMAN, 2005, p.312)

No gráfico acima alguns dos passos necessários para a construção de um processo de moran foram implementados em python e o resultado simulado.

Dez indivíduos, metade de mutantes e metade de residentes. A cada turno um deles foi escolhido para morrer, e um indivíduo aleatório foi escolhido para substituí-lo. Não existe um critério de seleção, o gráfico não possui tendência e no entanto se observarmos blocos individuais pode existir essa ilusão. Por uma centena de turnos a população parece crescer, ou permanecer estável, ou decrescer. Processos aleatórios podem muito facilmente aparentar ter tendência. As chances de uma moeda dar cara 7 vezes seguidas são meramente  $1/128$  e no entanto uma pessoa pode concluir erroneamente por esse padrão que a moeda está viciada.

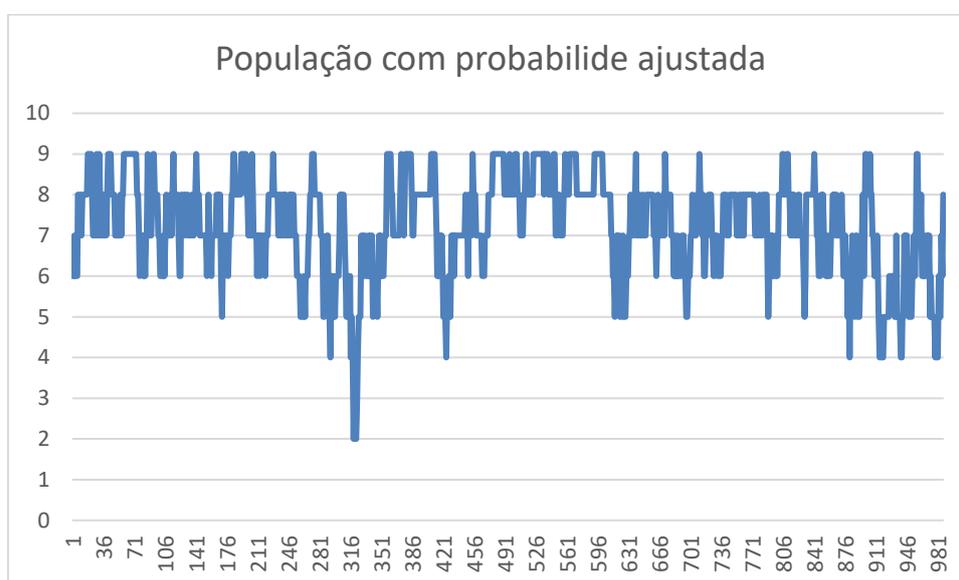
**Figura 14 – População ao longo do tempo**



**Fonte:**Elaboração do autor

No gráfico abaixo se representa o mesmo processo com o diferencial que a fitness da população residente não é mais igual a mutante ela tem 80% de chance de se reproduzir a cada turno contra 20% da população mutante. Ainda existe uma variância e mas a tendência se torna clara.

**Figura 15 – População ao longo do tempo com pesos**



**Fonte:**Elaboração do autor

Nos processo usados ao longo desse trabalho, as dinâmicas internas dependem do pareamento dos indivíduos e dos resultados de seus respectivos jogos em comparação a população apresentando portanto padrões mais complexos.

Para análise dos gráficos portanto se considerou a interação conhecida entre as estratégias de forma a compreender que tipo de interação poderia levar a dado resultado e como exemplificado em diversos momentos que os resultados de uma simulação com poucos indivíduos apresenta significativa variância mesmo com fortes pressões seletivas.



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGNER, ERIK; LOEWENSTEIN, GEORGE. **BEHAVIORAL ECONOMICS**. 2007.

AXELROD, Robert. The emergence of cooperation among egoists. **American political science review**, v. 75, n. 2, p. 306-318, 1981.

BALLIET, Daniel; MULDER, Laetitia B.; VAN LANGE, Paul AM. **Reward, punishment, and cooperation: a meta-analysis**. 2011

BARDHAN, Pranab; DAYTON-JOHNSON, Jeff. Heterogeneity and commons management. In: **Proceedings of the 8 th International Conference on Common Property, IASCP. Bloomington, Indiana**. 2000.

BERTRAM, Christopher, "Jean Jacques Rousseau", **The Stanford Encyclopedia of Philosophy** (Summer 2017 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/rousseau/>>.

BOWLES, Samuel. **Microeconomics: behavior, institutions, and evolution**. Princeton University Press, 2009.

BOYD, Robert; LORBERBAUM, Jeffrey P. No pure strategy is evolutionarily stable in the repeated Prisoner's Dilemma game. **Nature**, v. 327, n. 6117, p. 58-59, 1987.

BURGESS, Robert G. **In the field: An introduction to field research**. 2002.

CÁRDENAS, Juan-Camilo; OSTROM, Elinor. What do people bring into the game? Experiments in the field about cooperation in the commons. **Agricultural systems**, v. 82, n. 3, p. 307-326, 2004.

CHALLET, Damien; ZHANG, Y.-C. Emergence of cooperation and organization in an evolutionary game. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 246, n. 3-4, p. 407-418, 1997.

COOPER, Russell et al. Cooperation without reputation: experimental evidence from prisoner's dilemma games. **Games and Economic Behavior**, v. 12, n. 2, p. 187-218, 1996.

COX, Michael; ARNOLD, Gwen; TOMÁS, Sergio Villamayor. A review of design principles for community-based natural resource management. 2010.

COWELL, Frank A. et al. **Microeconomics: principles and analysis**. OUP Catalogue, 2006.

DIEKERT, Florian K. The tragedy of the commons from a game-theoretic perspective. **Sustainability**, v. 4, n. 8, p. 1776-1786, 2012.

DUNCAN, Stewart, "Thomas Hobbes", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2017 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/hobbes/>>.

DUFWENBERG, Martin; KIRCHSTEIGER, Georg. A theory of sequential reciprocity. **Games and economic behavior**, v. 47, n. 2, p. 268-298, 2004.

ESTEBAN, Joan. Collective action and the group size paradox. **American political science review**, v. 95, n. 3, p. 663-672, 2001.

FEHR, Ernst; SCHMIDT, Klaus M. A theory of fairness, competition, and cooperation. **The quarterly journal of economics**, v. 114, n. 3, p. 817-868, 1999.

FUDENBERG, Drew; MASKIN, Eric. The folk theorem in repeated games with discounting or with incomplete information. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 533-554, 1986.

FUNDENBERG, Drew; MASKIN, Eric. Evolution and cooperation in noisy repeated games. **The American Economic Review**, v. 80, n. 2, p. 274-279, 1990.

FUDENBERG, Drew; LEVINE, David; MASKIN, Eric. The folk theorem with imperfect public information. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 997-1039, 1994.

GINTIS, Herbert. **Game theory evolving: A problem-centered introduction to modeling strategic behavior**. Princeton university press, 2000.

HARTMAN, Alexandra C.; BLAIR, Robert A.; BLATTMAN, Christopher. Engineering Informal Institutions: Long-run Impacts of Alternative Dispute Resolution on Violence and Property Rights in Liberia. National Bureau of Economic Research, 2018.

HARDIN, Garrett. The tragedy of the commons. *Journal of Natural Resources Policy Research*, v. 1, n. 3, p. 243-253, 2009.

HUBERMAN, Bernardo A.; GLANCE, Natalie S. The dynamics of collective action. **Computational Economics**, v. 8, n. 1, p. 27-46, 1995.

KREPS, David M. et al. Rational cooperation in the finitely repeated prisoners' dilemma. **Journal of Economic theory**, v. 27, n. 2, p. 245-252, 1982.

OHTSUKI, Hisashi et al. A simple rule for the evolution of cooperation on graphs and social networks. **Nature**, v. 441, n. 7092, p. 502, 2006.

OSTROM, Elinor. **Governing the commons**. Cambridge university press, 2015.

LIEBERMAN, Erez; HAUERT, Christoph; NOWAK, Martin A. Evolutionary dynamics on graphs. *Nature*, v. 433, n. 7023, p. 312, 2005.

MAS-COLELL, Andreu et al. **Microeconomic theory**. New York: Oxford university press, 1995.

MILINSKI, Manfred; SEMMANN, Dirk; KRAMBECK, Hans-Jürgen. Reputation helps solve the 'tragedy of the commons'. **Nature**, v. 415, n. 6870, p. 424-426, 2002.

NAIDU, Sirisha. Heterogeneity and common pool resources: Collective management of forests in Himachal Pradesh, India. 2005.

NEUMAN, W. Lawrence. **Social research methods: Qualitative and quantitative approaches**. 2013.

OSBORNE, Martin J.; RUBINSTEIN, Ariel. **A course in game theory**. MIT press, 1994.

OSTROM, Elinor; WALKER, James. Communication in a commons: cooperation without external enforcement. **Laboratory research in political economy**, p. 287-322, 1991.

PANCHANATHAN, Karthik; BOYD, Robert. Indirect reciprocity can stabilize cooperation without the second-order free rider problem. **Nature**, v. 432, n. 7016, p. 499, 2004.

PACHECO, Jorge M. et al. Evolutionary dynamics of collective action in N-person stag hunt dilemmas. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 276, n. 1655, p. 315-321, 2009.

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. Microeconomics, 6. **Auflage, New Jersey**, p. 613-640, 2005.

RAPOPORT, Anatol; CHAMMAH, Albert M. The game of chicken. **American Behavioral Scientist**, v. 10, n. 3, p. 10-28, 1966.

RUTTAN, LoreM. Sociocultural heterogeneity and the commons. **Current Anthropology**, v. 47, n. 5, p. 843-853, 2006.

SALLY, David. Conversation and cooperation in social dilemmas: a meta-analysis of experiments from 1958 to 1992. **Rationality and society**, v. 7, n. 1, p. 58-92, 1995.

SANTOS, Francisco C.; PACHECO, Jorge M.; LENAERTS, Tom. Cooperation prevails when individuals adjust their social ties. **PLoS computational biology**, v. 2, n. 10, p. e140, 2006.

SANTOS, Francisco C.; SANTOS, Marta D.; PACHECO, Jorge M. Social diversity promotes the emergence of cooperation in public goods games. **Nature**, v. 454, n. 7201, p. 213, 2008

SCOTT, James C. Seeing like a state: **How certain schemes to improve the human condition have failed**. 1998.

SIGMUND, Karl. **The calculus of selfishness**. 2010.

SKYRMS, Brian. The stag hunt. In: **Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association**. American Philosophical Association, 2001. p. 31-41.

STERN, Paul. Design principles for global commons: Natural resources and emerging technologies. **International Journal of the Commons**, v. 5, n. 2, 2011.

SUTTON, John. Non-cooperative bargaining theory: An introduction. **The Review of Economic Studies**, v. 53, n. 5, p. 709-724, 1986.

**YANG, WU ET AL. NONLINEAR EFFECTS OF GROUP SIZE ON COLLECTIVE ACTION AND RESOURCE OUTCOMES. PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, V. 110, N. 27, P. 10916-10921, 2013.**