

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO  
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANDRÉ MAFRA CALDERAN

MOSAICO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: Um jogo como recurso para o ensino  
sobre os impactos das mudanças climáticas no ambiente rural

ARARAS - SP  
2023

ANDRÉ MAFRA CALDERAN

MOSAICO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: Um jogo como recurso para o ensino sobre os impactos das mudanças climáticas no ambiente rural

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos, para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Kayna Agostini

Araras - SP  
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO  
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Folha de aprovação**

Assinatura dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Monografia do candidato Andre Mafra Calderan, realizada em 25/03/2023:

---

Profa. Dra. Kayna Agostini  
Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação  
Centro de Ciências Agrárias  
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

---

Prof. Dr. Anselmo João Calzolari Neto  
Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação  
Centro de Ciências Agrárias  
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

---

Profa. Dra. Valéria Forni Martins  
Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação  
Centro de Ciências Agrárias  
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

“Teve uma geada que veio e secou todas as nossas plantações, a gente não sabia que seria tão forte, não deu tempo da gente cobrir o que a gente havia plantado. E depois, como estava tudo seco, as queimadas vieram e se espalharam para cá. Nunca tivemos uma perda tão grande.” (relato de um produtor rural familiar, 2022)

## RESUMO

Os impactos das mudanças climáticas afetam a resiliência dos ecossistemas e, conseqüentemente, a disponibilidade dos serviços ecossistêmicos dos quais o ser humano faz proveito para o seu bem-estar em diferentes realidades. Estas conseqüências são causadas devido ao aumento do número de eventos climáticos extremos, tais como as tempestades que implicam em grandes perdas sociais e ambientais. Tendo em vistas seus impactos, uma das estratégias mais urgentes a serem implementadas são as de adaptação, porém, pouco se discute sobre como elas podem ser feitas. Além disso, as desigualdades de acesso à infraestrutura adequada, de acesso à informação e à conscientização sobre este problema, e o grau de organização da população são fatores limitantes ao sucesso das estratégias de adaptação. A escola, considerada como um espaço de organização social e comunitária, também se coloca como um local privilegiado para a redução dessas desigualdades. Os professores que estão em contato com diversas famílias no cotidiano escolar formam um grupo essencial para o enfrentamento da emergência climática e possuem um papel muito relevante às estratégias de adaptação, pelo seu potencial em conscientizar as comunidades escolares sobre as mudanças climáticas e sobre as possibilidades de medidas de adaptação e mitigação existentes. Tendo em vista estes cenários é proposto um jogo para o ensino das mudanças climáticas considerando o ambiente rural. Os jogos podem ser ferramenta potencializadora de uma aprendizagem científica crítica e do esclarecimento sobre as atuais questões socioambientais emergentes no planeta dentro do espaço escolar, uma vez que sua proposta pode aproximar o educando de situações reais que os guiam para a realidade. Também, é compreendido como uma ferramenta de fonte de motivação para a aprendizagem. Espera-se, portanto, que este jogo possa contribuir para o processo de ensino de temas complexos, como as mudanças climáticas, de formas lúdicas, divertidas e interativas, permitindo que os alunos assumam diferentes papéis de atores presentes nos contextos estudados e explorem, de maneira crítica, o impacto das mudanças climáticas em diferentes realidades.

**Palavras-chave:** Ludicidade, Ensino de Ciências, Ensino Superior, Mudanças Climáticas.

## ABSTRACT

The impacts of climate change affect the resilience of ecosystems and, consequently, the availability of ecosystem services that human beings benefit from for their well-being in different realities. These consequences are caused by the increase in the number of extreme weather events, such as storms, which imply large social and environmental losses. In view of its impacts, one of the most urgent strategies to be implemented is adaptation, however, little is discussed about how they can be done. In addition, inequalities in access to adequate infrastructure, access to information and awareness of this problem, and the level of organization of the population are limiting factors for the success of adaptation strategies. The school, considered as a space for social and community organization, is also a privileged place for the reduction of these inequalities. Teachers who are in contact with different families in the school routine form an essential group for facing the climate emergency and play a very relevant role in adaptation strategies, due to their potential to raise awareness in school communities about climate change and the possibilities of existing adaptation and mitigation measures. In view of these scenarios, a game is proposed for teaching climate change considering the rural environment. Games can be a potentiating tool for critical scientific learning and clarification on current socio-environmental issues emerging on the planet within the school space, since their proposal can bring students closer to real situations that guide them to reality. Also, it is understood as a source of motivation for learning. It is hoped, therefore, that this game can contribute to the teaching process of complex themes, such as climate change, in playful, fun and interactive ways, allowing students to assume different roles of actors present in the studied contexts and explore, critically, the impact of climate change on different realities.

**Keywords:** Ludicity, Science Teaching, Higher Education, Climate Change.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO CONTEXTO AMBIENTAL RURAL BRASILEIRO	11
3. A CONSTRUÇÃO DE UM JOGO COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	18
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	29
ANEXO 1 - CARTAS DO JOGO	32
ANEXO 2 - FOTOS DA APLICAÇÃO DO JOGO	56
ANEXO 3 - FOTO DO AMBIENTE DE APLICAÇÃO VIRTUAL (MURAL.CO)	57

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos sobre os impactos das emissões de gases do efeito estufa (GEE) e poluentes na atmosfera não são recentes e, embora tenham sido alvo de controvérsias e do negacionismo, o consenso científico em torno do aquecimento do sistema global já é uma realidade, juntamente a outros fenômenos como o aquecimento da atmosfera e dos oceanos, o derretimento das geleiras, o aumento do nível do mar e o aumento das concentrações de GEE (IPCC, 2021, KRUG et al, 2019).

Variações climáticas são perceptíveis em diferentes escalas espaciais e temporais. Grandes variações relativas ao clima do planeta podem ser verificadas em nossas eras geológicas, glaciais e interglaciais, e estão relacionadas a mudanças de padrão naturais do nosso planeta (NOBRE; REID; VEIGA, 2010).

Entretanto, a variação climática mais recente em escala global tem apresentado padrões diferentes do esperado. Em 2007, o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, sigla em inglês) apresentou em seu relatório uma modelagem climática comparativa (Figura 1) que buscou evidenciar as anomalias de temperatura ao longo dos anos a partir de dois cenários: o primeiro demonstrando a variabilidade esperada somente a partir das forçantes naturais do planeta (padrão em azul); o segundo, demonstrando esta mesma variabilidade considerando, entretanto, além das forçantes naturais, as forçantes de origem antropogênica (padrão em vermelho). A comparação foi realizada a partir das variações reais observadas naqueles anos (linha preta). Tais observações tornam clara a compreensão de que as atividades antrópicas têm gerado impactos na composição do sistema Terra-atmosfera, observadas suas forçantes radiativas<sup>1</sup>, e provocado mudanças nos padrões de variação da temperatura do planeta, que podem conduzir a cenários de mudanças climáticas.

---

<sup>1</sup> Andrade (2018) define forçante radiativa como “uma medida da influência que um fator tem em alterar o balanço energético do sistema Terra- atmosfera e é um índice da importância deste fator como mecanismo potencial de mudança climática.” (p.12). As forçantes podem ter efeitos de escalas positivas quando alteram o balanço energético do sistema de modo a aquecê-lo (por exemplo, quando há o aumento de gases do efeito estufa na atmosfera), e negativas quando um fator tem o potencial de realizar o oposto, esfriando o sistema (por exemplo, quando os aerossóis estão em maior abundância na composição atmosférica) (ANDRADE, 2018; NOBRE; REID; VEIGA 2010)



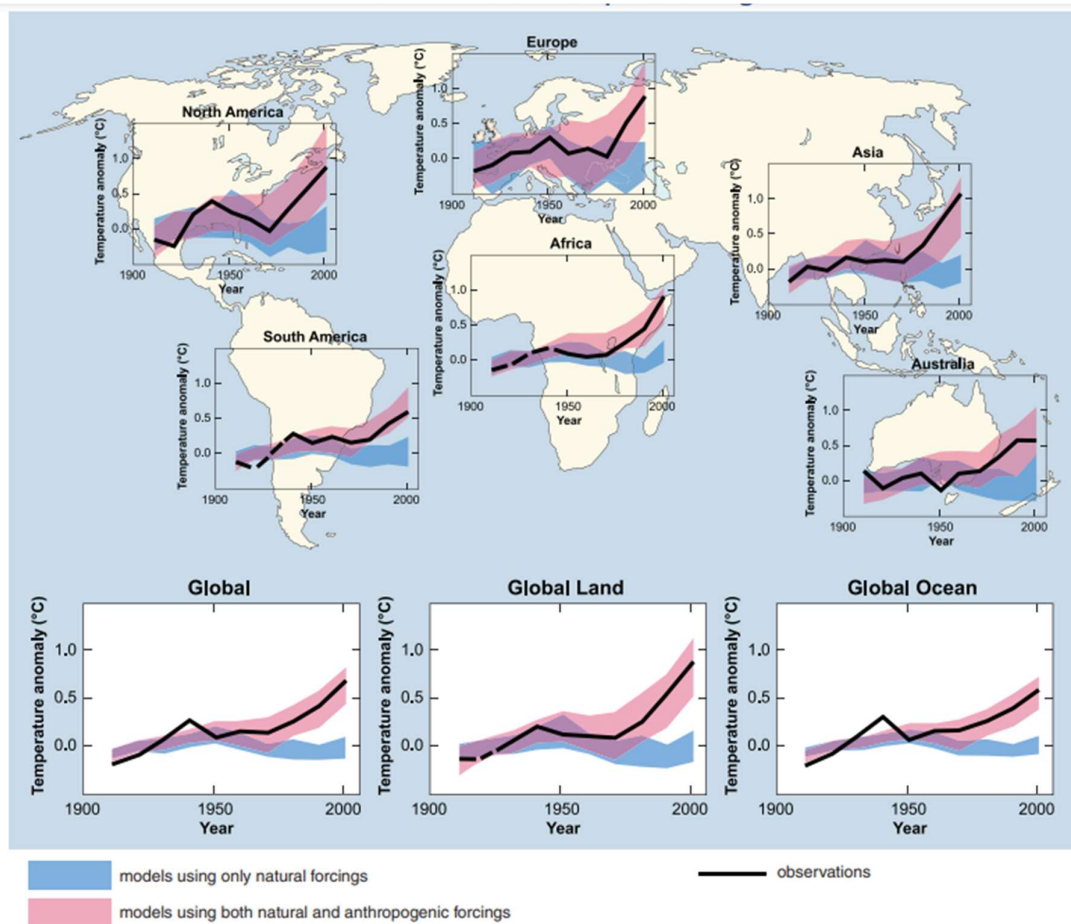


Figura 1. Comparação das mudanças observadas em escala continental e global na temperatura da superfície com resultados simulados por modelos climáticos usando forçantes naturais ou naturais e antropogênicas.

Médias decadais de observações são mostradas para o período 1906-2005 (linha preta) traçada contra o centro da década e relativa à média correspondente para o período 1901-1950. As linhas estão tracejadas onde a cobertura espacial observada é inferior a 50%. Faixas sombreadas em azul mostram os resultados de 19 simulações de cinco modelos climáticos usando apenas forçantes naturais devido à atividade solar e vulcões (em um intervalo de confiança de 95%). As faixas sombreadas em vermelho mostram os resultados de 58 simulações de 14 modelos climáticos usando ambas as forçantes naturais e antropogênicas (em um intervalo de confiança de 95%). Fonte: IPCC (2007).

O IPCC define a mudança do clima como:

Uma mudança no estado do clima que pode ser identificada (por exemplo, usando testes estatísticos) por mudanças na média e/ou na variabilidade de suas propriedades e que persiste por um longo período, tipicamente décadas ou mais. A mudança climática pode ser devido a processos internos naturais ou forças externas, como modulações dos ciclos solares, erupções e mudanças antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra (IPCC, 2021, p. 2902).

Em seus últimos relatórios, o IPCC destaca que a influência humana sobre as mudanças climáticas é inequívoca<sup>2</sup>, especialmente devido ao aumento da concentração de GEE na atmosfera, dentre eles o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), os quais intensificam o seu fenômeno (IPCC, 2021; IPCC, 2014). O efeito estufa é um fenômeno natural que ocorre devido à retenção de calor pela camada de gases que compõem a atmosfera e é responsável por manter a temperatura do planeta em certo equilíbrio. O calor emitido pelo Sol encontra a terra na forma de raios solares. Entretanto, parte deles é refletida de volta ao espaço pela atmosfera. Os raios que atravessam a atmosfera são absorvidos na forma de calor pela superfície do planeta que, por sua vez, também refletirá parte deles na forma de radiação infravermelha. Parte dessa radiação atravessa a atmosfera e é emitida para o espaço, porém, outra parte é reabsorvida pelos gases que compõem a atmosfera, conhecidos como gases do efeito estufa (GEE). Esta energia é então reemitida para o planeta em diferentes direções, mantendo o calor na atmosfera terrestre (Figura 2) (IPCC, 2007).

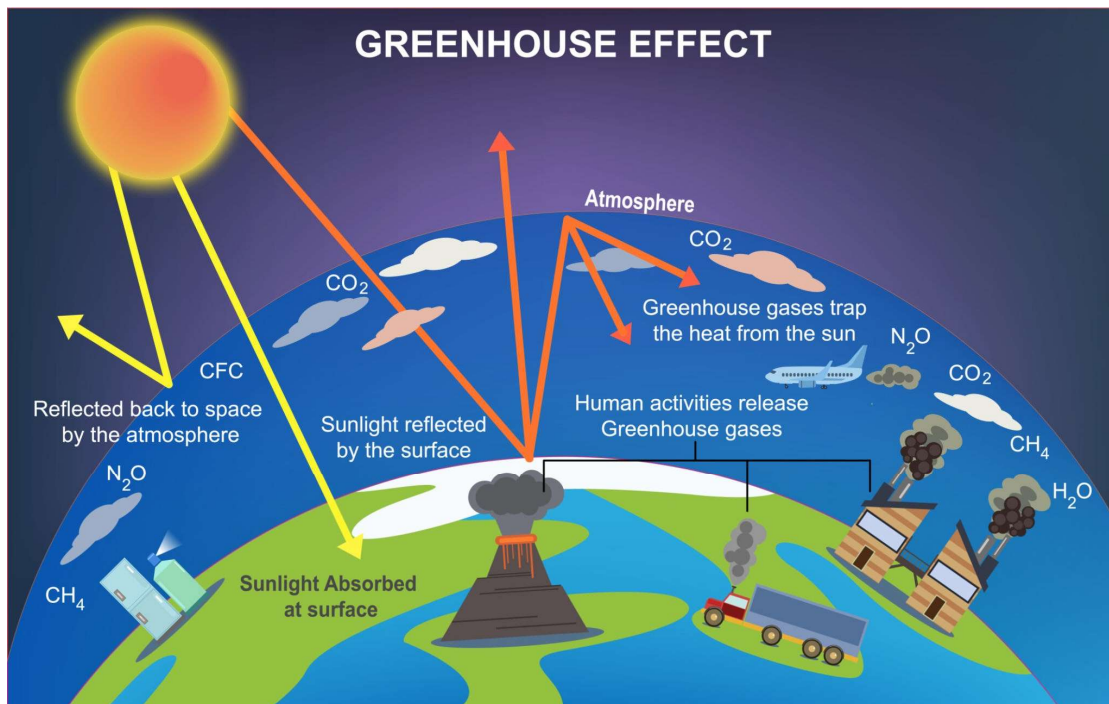


Figura 2. Modelo esquemático do efeito estufa. Fonte: Sarkar (2022).

<sup>2</sup> O relatório do IPCC (2021) utiliza ainda a expressão: “*human-induced climate change*” para evidenciar essa questão.

O elevado grau de emissões de GEE tem aumentado sua concentração na atmosfera, intensificando a retenção de calor pelo fenômeno, e está amplamente relacionado às atividades humanas. Os principais GEE são o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), os chamados gases fluorados (HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>) e o vapor de água (H<sub>2</sub>O), dentre outros gases em menor escala (ALVALÁ et al., 2017; NOBRE; REID; VEIGA, 2010). O dióxido de carbono é produzido pela combustão de combustíveis fósseis, como o petróleo, o gás natural e o carvão; o metano é emitido por meio das atividades humanas, como a agricultura, a destruição de florestas e a extração de minerais; o óxido nitroso é liberado por processos industriais e de fertilizantes utilizados na agricultura; e os gases fluorados são usados em refrigeradores, ar-condicionado e outros equipamentos. Apesar do vapor de água ser um gás do efeito estufa, a maior parte dele é emitida por fatores naturais, pouco contribuindo para a intensificação do efeito estufa e do aumento de temperatura atual (ALVALÁ et al, 2017).

Embora haja uma controversa discussão sobre os impactos das mudanças climáticas, tendo em vista que diversas delas foram alvo de negacionistas ao longo da história, ou porque alguns países têm enxergado o aumento de temperatura global como uma oportunidade de desenvolvimento de novos setores econômicos, seus efeitos negativos têm sido cada vez mais intensos e preocupantes. Na tentativa de prevê-los, diferentes institutos de pesquisa têm elaborado modelagens de cenários futuros possíveis, no sentido de orientar esforços para a mitigação e adaptação de efeitos mais severos das mudanças climáticas no planeta, os quais também têm sido considerados nos relatórios do IPCC.

O último relatório do IPCC (2021) alerta que a humanidade está embarcando em uma trajetória além das temperaturas globais experimentadas desde pelo menos o advento da agricultura (Figura 3). Além disso a Figura 4 apresenta os possíveis cenários futuros foram projetados para o aumento da temperatura (Figura 4a) frente aos seus riscos associados e também em função dos seus motivos de preocupação (“*reasons for concern*” (RFC), em inglês) (Figura 4b).

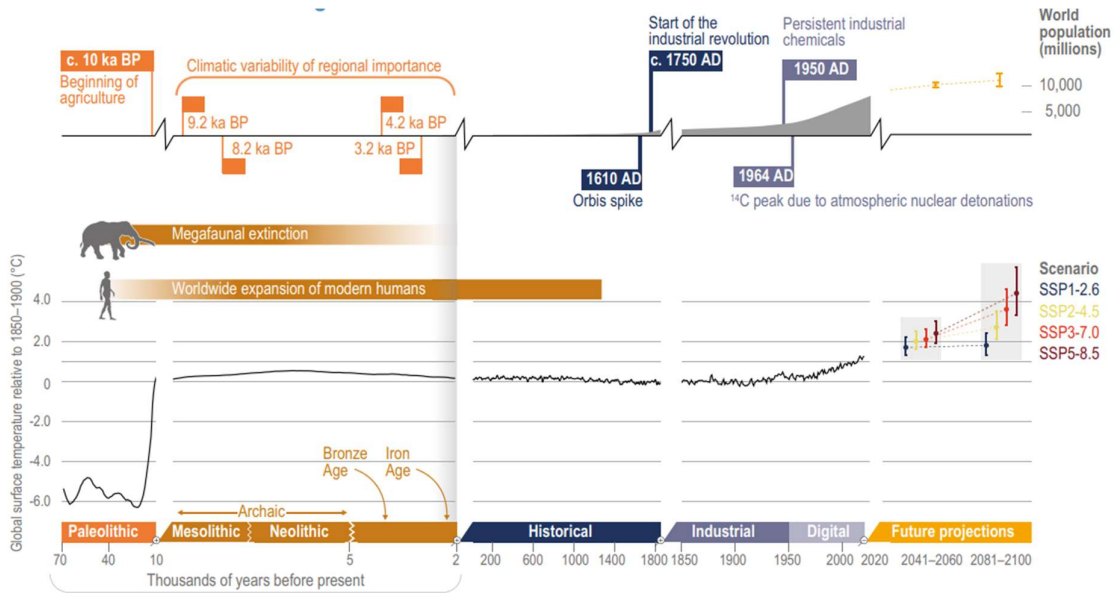


Figura 3. Trajetória além das temperaturas globais experimentadas pela humanidade desde pelo menos o advento da agricultura Fonte: IPCC (2021).

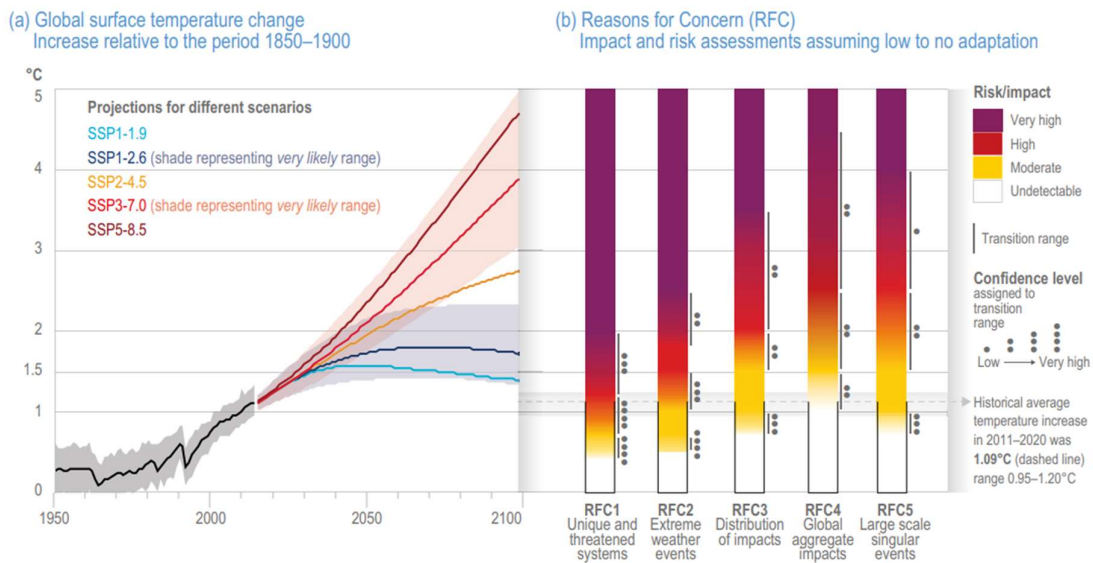


Figura 4. Mudanças no aumento da temperatura da superfície global observadas entre o período de 1950 a 2020 e projetadas de 2021 a 2100 (a) e as “reasons for concern (RFC)” relacionadas aos cenários projetados (b). Fonte: IPCC (2021)

Os cenários observados na parte (a) da Figura 4 representam as estimativas de emissão de GEE até 2100 e considera os caminhos socioeconômicos compartilhados globalmente (*Shared Socio-Economic Pathways (SSP)*). Em suma, os cenários SSP1-1.9 e SSP1-2.6 indicam que as emissões globais de GEE deverão

ser reduzidas significativamente até 2100 para manter o aquecimento global abaixo de 1,5°C e o forçante radiativo em 2,6 W/m<sup>2</sup> (limitando o aumento de temperatura a 2°C), respectivamente. Entretanto, para cada cenário, é possível observar na parte (b) da Figura 4 que a probabilidade dos riscos associados acontecerem também varia. O cenário SSP2-4.5 representa um cenário de estabilização após 2100, mantendo a temperatura abaixo do aumento de 3°C. Entretanto, também pressupõe a aplicação de tecnologias para conter o aumento da emissão de GEE. Os cenários SSP3-7.0 e SSP5-8.5 são os mais pessimistas, em que as emissões globais de GEE podem aumentar substancialmente até 2100 fazendo com que o aumento de temperatura possa ultrapassar os 4°C. Nestes cenários, pressupõe-se que as políticas para conter as mudanças climáticas tenham fracassado ou que nenhuma solução tenha sido implementada (IPCC, 2021).

Entre 2011 e 2020, o aumento médio de temperatura já alcançou o patamar de 1,09°C, colocando a situação global em alto risco de aumento no número de sistemas únicos e ameaçados no planeta (RFC1), ou seja, um aumento de seus impactos nos ecossistemas e nas culturas, espécies e serviços ecossistêmicos neles existentes, com elevado nível de confiança. Outros riscos estão relacionados ao aumento da ocorrência de eventos extremos (RFC2); aumento na distribuição dos impactos no planeta (RFC3); aumento do impacto agregado global (RFC4); e a ocorrência de eventos extremos únicos de larga escala (RFC5) (IPCC, 2021).

Os impactos das mudanças climáticas afetam a os ecossistemas de formas irreversíveis e, conseqüentemente, a disponibilidade dos serviços ecossistêmicos dos quais o ser humano faz proveito para o seu bem-estar. A intensificação de eventos climáticos, tais como longos tempos de seca, tempestades e geadas, tornam muitos ecossistemas inabitáveis, improdutivos e inseguros para as populações que deles dependem e estas, em muitos casos, são obrigadas a migrar para outras localidades ou, quando não é possível, adaptar-se às conseqüências destes eventos (NELLES, SERRER, 2020).

Neste contexto, as estratégias de adaptação ganham um papel muito relevante para o enfrentamento da crise climática global. O relatório mais recente do IPCC de 2021 apresenta o conceito de Adaptação como um processo de ajuste aos efeitos reais ou esperados das mudanças climáticas nos sistemas naturais e humanos mediado pela ação humana, a fim de moderar danos ou explorar benefícios e

oportunidades (IPCC, 2021, p. 2898). Novos desenhos institucionais têm sido propostos, especialmente a partir da valorização dos modos de organização social de povos e comunidades ancestrais:

O conhecimento indígena e o conhecimento local podem fornecer entendimentos importantes para uma atuação efetiva frente aos riscos climáticos e podem ajudar a diversificar o conhecimento que pode enriquecer políticas e práticas de adaptação. Os povos indígenas têm enfrentado desafios de adaptação por séculos e desenvolveram estratégias de resiliência em ambientes em mudança que podem enriquecer e fortalecer os esforços de adaptação atuais e futuros. Valorizar tais conhecimentos também é importante para o seu reconhecimento, um componente chave da justiça climática (IPCC, 2021, p.124).

Entretanto, tais povos e comunidades também podem sofrer com o aumento da frequência e intensidade dos impactos advindos do cenário de mudanças climáticas, mesmo não sendo os principais poluidores.

Todos os riscos potencialmente graves que se aplicam a determinados setores ou grupos de pessoas em níveis regionais e locais mais específicos apresentam alta exposição/vulnerabilidade ou baixa capacidade de adaptação (ou ambos), mas não necessariamente apresentam alto aquecimento. Nessas condições, haveria riscos graves e específicos para os sistemas costeiros de baixa altitude, para as pessoas e economias que apresentarem interrupção crítica da infraestrutura e da produção econômica, especialmente nos países em desenvolvimento, para populações cujos meios de subsistência são sensíveis ao clima e vulneráveis a doenças transmitidas pela água, especialmente em crianças em países de baixa e média renda. Além disso, são verificados impactos relacionados à água nos modos de vida tradicionais e à mobilidade involuntária (êxodo climático), por exemplo, em pequenas ilhas e áreas costeiras baixas (IPCC, 2021, p. 2416).

No Brasil, dentre as populações em situações de baixa capacidade adaptativa e/ou em situações de vulnerabilidade, encontram-se as populações tradicionais e quilombolas, os povos indígenas, comunidades ribeirinhas, agricultores familiares e as pessoas do campo, comunidades periféricas, dentre outras, que também encontram no debate sobre justiça ambiental e climática uma interseccionalidade com questões de raça, classe, gênero, com as lutas de imigrantes e tantas outras (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2022).

A justiça ambiental e a discussão sobre racismo ambiental introduziram, no cenário das discussões e reivindicações relacionadas ao meio ambiente, as óticas raciais e de direitos, tanto ligadas às comunidades negras, quanto às comunidades de imigrantes nos Estados Unidos e no mundo, o que permitiu a compreensão de que a solução dos problemas ambientais está necessariamente ligada ao combate ao racismo e demais discriminações e à erradicação da pobreza (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2022, p.31)

Os professores que estão em contato com diversas famílias no cotidiano escolar formam um grupo essencial para o enfrentamento da emergência climática e de suas consequências e apresentam um papel muito relevante às estratégias de adaptação, pelo seu papel de responsabilidade com conhecimentos científicos a serem acessados e utilizados pelas comunidades escolares sobre as mudanças climáticas e sobre as possibilidades de medidas de adaptação e mitigação existentes (ALMEIDA, CAVALCANTE E SILVA, 2020; BOON, 2014). Outro aspecto importante neste cenário é que torna o aprendizado sobre as mudanças climáticas e o papel de conscientização das escolas ainda mais essenciais, diz respeito à justiça climática, pois “as populações não são atingidas da mesma maneira pelos eventos extremos, assim como não reagem a eles igualmente, por terem distintas capacidades e habilidades de se adaptar aos seus impactos” (ROSA; MALUF, 2010, p.18).

Muitos outros fatores estão envolvidos nessa inequação sobre a capacidade de certos grupos em darem respostas ou de se adaptarem aos impactos das mudanças climáticas, sejam eles relacionados às especificidades territoriais em que diferentes grupos habitam; às condições precárias de acesso a serviços básicos de cidadania; às condições de vulnerabilidade socioeconômica de alguns grupos, que se ligam às questões históricas relacionadas às diferenças impostas sobre as diferentes etnias que evidenciam o chamado racismo ambiental e climático (MILANEZ; FONSECA, 2011), ou sobre outros grupos que historicamente foram e ainda são colocados à margem das discussões sobre os problemas ambientais. As desigualdades de acesso à infraestrutura adequada, de acesso à informação e à conscientização sobre este problema, e o grau de organização da população são fatores limitantes ao sucesso das estratégias de adaptação. A escola, considerada como um espaço de organização social e comunitária, também se coloca como um local privilegiado para a redução dessas desigualdades.

Apesar de haver uma disputa em termos de comunicação científica sobre as mudanças climáticas, do mesmo modo que evidenciamos em relação à pandemia, os professores, mesmo durante o ensino remoto, foram essenciais para que seus alunos e suas famílias recebessem informações científicas sobre este contexto, tornando-se atores importantes no combate às *fake news* e ao negacionismo científico. Apesar disso, por outro lado, alguns estudos têm evidenciado dificuldades e lacunas na compreensão da ciência sobre as mudanças climáticas por parte de alguns professores (BOON, 2014; MARCHEZINI; LONDE, 2020).

Para explorar essa questão, optou-se pela criação de um jogo (Mosaico das Mudanças Climáticas) como recurso para uma sequência didática sobre as mudanças climáticas. Tendo em vista as experiências docentes do autor deste trabalho, o jogo foi elaborado tendo como contexto a realidade dos agricultores familiares no contexto ambiental rural que, segundo dados do Centro Internacional de Políticas para o Crescimento Inclusivo (IPC-IG, 2016), “apesar de o impacto da mudança do clima no conjunto do setor agrícola, os agricultores familiares são os agentes mais vulneráveis e precisarão de mais suporte para se adaptar”. O percurso de criação do jogo será apresentado nos capítulos seguintes bem como uma maior compreensão sobre os impactos da atual crise climática, especialmente no ambiente rural, possibilitando uma maior aproximação dos leitores ao tema.

Espera-se que este jogo possa contribuir com as práticas pedagógicas voltadas ao ensino sobre a ciência das mudanças climáticas e seus impactos que, em uma abordagem mais ampla (como numa sequência didática), pode ser utilizado como uma ferramenta para cumprir uma função social, oportunizando a tomada de consciência e o preparo dos alunos para possíveis crises ambientais que podem exigir estratégias de adaptação, neste caso, especialmente no ambiente rural, considerando as distintas realidades dos territórios brasileiros.



## 2. MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO CONTEXTO AMBIENTAL RURAL BRASILEIRO

O jogo proposto neste trabalho não poderia abordar o conceito das mudanças climáticas de maneira distante das realidades sociopolíticas e históricas que compõem o quebra-cabeças das mudanças climáticas. Neste sentido, um recorte foi elaborado para o tratamento da questão a partir do ambiente rural e das realidades das populações camponesas e de agricultores familiares.

O Brasil é um país com dimensões continentais. Essa informação é relevante, pois impõe diferentes questões para este trabalho: a primeira é que em um mesmo país temos uma variedade enorme de ecossistemas e biomas, os quais já sofrem com os efeitos das mudanças climáticas de maneira específica em cada território, seja por meio das estiagens no Sul do país que afeta o agronegócio, como a recorrência de eventos climáticos extremos, como as tempestades que geram inundações e outros desastres ambientais que afetam os sistemas humanos.

Em termos sociopolíticos, determinadas regiões podem apresentar diferentes perspectivas e modelos de desenvolvimento, assim como podem apresentar diferentes formas de organização social, diferentes formas de se relacionar com o ambiente natural e diferentes padrões de crescimento socioeconômico, o que tem impacto sobre a ação coletiva, a própria construção das cidades e dos territórios, e a governança ambiental (CALDERAN, 2023).

O ambiente rural não é diferente. Por ele perpassam dinâmicas sociais e econômicas fortemente marcadas por suas:

especificidades históricas (acesso à terra via processos de assentamento e colonização), regionais (localização geográfica, importância econômica da região e relações de trocas entre agentes econômicos), étnico-culturais (populações e seus valores, atitudes, etc.), ambientais (disponibilidade e qualidade dos recursos naturais), religiosas, e outras (CAMPANHOLA; RODRIGUES; RODRIGUES, 2007, p. 16).

Neste sentido, pode-se compreender a ruralidade como “uma forma pela qual se organiza a vida social” (NORONHA; FALCÓN, 2018, p. 191), marcado por disputas e controvérsias, dentre as quais destacam-se a disputa territorial entre os dois modelos agrícolas mais evidentes: de um lado, o modelo do agronegócio das monoculturas e de outro, a agricultura familiar (NORONHA; FALCÓN, 2018). Estes dois modelos respondem a perspectivas diferentes de desenvolvimento agrário.

Enquanto o primeiro se insere num conjunto mais amplo de relações de mercado, tais como as dos mercados internacionais de *commodities*, e atende parte do mercado interno por cadeias agroindustriais, o segundo baseia-se na agricultura familiar:

(...) de acordo com o Censo Agropecuário do IBGE de 2006, cerca de 4,3 milhões de estabelecimentos da agricultura familiar ocupam somente 24,3% da área agricultável e produzem 70% dos alimentos consumidos no País e emprega 74,4% dos trabalhadores rurais, além de ser responsável por mais de 38% da receita bruta da agropecuária brasileira (NORONHA; FALCÓN, 2018, p. 186).

Tais dados destacam a importância da agricultura familiar no Brasil para a produção e consumo internos e de subsistência. Além disso, se compararmos alguns de seus aspectos produtivos, a agricultura familiar destaca-se por apresentar menores índices de desperdício e grandes exemplos de produção orgânica e sustentável (NORONHA; FALCÓN, 2018).

Essa disputa pelos territórios rurais é complexa e definida por seus elementos históricos. Neste sistema, o conflito faz parte da questão agrária em diferentes contextos e demonstram, em especial, as desigualdades, a exclusão e a expropriação causada pelo capital. Elas estão presentes no próprio acesso à terra; nas organizações públicas; no acesso a tecnologias e insumos produtivos; nos espaços disponíveis e abertos para comercialização da produção agrícola; e no acesso a recursos financeiros e à própria educação financeira (NORONHA; FALCÓN, 2018; ROCHA; CABRAL, 2016).

Este cenário de desigualdades configura a rede de atores presentes no campo e que embasam a construção das personagens deste trabalho. Tais atores podem ser classificados em visíveis e invisíveis de acordo com suas relações, sejam formais ou informais. Estas relações também foram evidenciadas no jogo, sendo alguns aspectos controversos também abordados. Segundo Noronha e Falcón (2018), são atores visíveis e que participam dos processos produtivos rurais: o gerente do banco que financia muitos projetos, um corpo técnico composto por agrônomo, veterinário, zootecnista, técnico agrícola, o pequeno produtor e sua família que detém saberes tradicionais e locais sobre sua produção, o trabalhador rural, o trabalhador sem-terra, empresários e proprietários de terra, o Poder Público, composto por prefeitos, vereadores, dentre outros. Os atores invisíveis correspondem àqueles que participam de dinâmicas informais, tais como as lideranças locais empresariais e de pequenos produtores, lideranças religiosas, advogados, cabos eleitorais, além de atores que

apresentam práticas controversas, tais como o servidor público corrupto, o crime organizado, agiotas, dentre outros (NORONHA; FALCÓN, 2018).

Assim, o ambiente rural não é um espaço isolado, são cada vez mais frequentes as relações de interdependência entre urbano e rural, não sendo, dessa forma, a produção agropecuária seu único paradigma.

(...) o debate atual em torno das relações entre o rural e o urbano e da introdução da abordagem das dinâmicas territoriais implica na compreensão de novas ramificações temáticas que giram em torno das articulações territoriais e interdependências do rural com o urbano, na medida em que empiricamente o campo apresenta cada vez mais injunções com a cidade e suas funções, alterando a estrutura e a dinâmica de suas relações (FALCÓN et al., 2017, p. 169).

Nesta dinâmica, destacam-se as atuações em redes que buscam fortalecer a integração econômica e técnico-produtiva, melhorando a demanda por produtos e serviços do campo e auxiliando os pequenos produtores frente às barreiras de acesso a diferentes mercados. Porém, também evidenciam a necessidade de parcerias e muitas vezes de complemento de renda (CAMPANHOLA; RODRIGUES; RODRIGUES, 2007; NORONHA; FALCÓN, 2018).

O contexto ambiental rural também possui conexões íntimas com a natureza, especialmente por se destacar na produção de alimentos e *commodities*, necessitando de seus serviços ecossistêmicos, tais como os de polinização para a provisão de alimentos e os de própria provisão como o da água. Apesar dessa dependência, é também neste ambiente que se evidenciam vários conflitos relacionados ao uso do solo, pressões antrópicas contra remanescentes de vegetação natural e áreas de proteção, o desmatamento, a poluição devido ao uso de agrotóxicos e uma grande perda de biodiversidade. Neste sentido, o ambiente rural é particularmente vulnerável às mudanças climáticas, pois depende diretamente de fatores como disponibilidade de água, do regime de chuvas, da qualidade do solo e da disponibilidade de nutrientes, conforme pode ser observado nas projeções do IPCC (2021) na Figura 5.

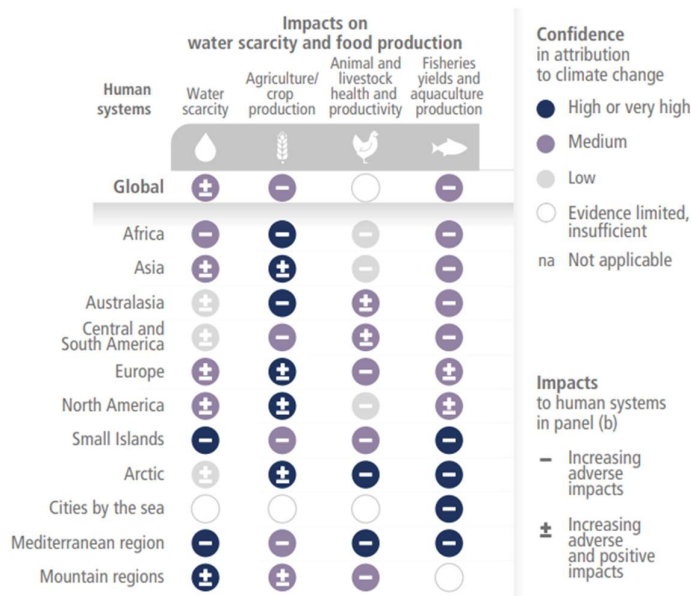


Figura 5. Impactos das mudanças climáticas na escassez de água e produção de alimentos por continente. Fonte: IPCC (2021).

É interessante ressaltar que os estudos sobre as mudanças climáticas têm pautado suas observações não somente nos riscos em potencial, mas também em relação às oportunidades. Neste sentido, não é incomum encontrar atores importantes no cenário global ressaltando os benefícios dos cenários climáticos futuros para seus países, embora, numa visão global, tal afirmação possa desconsiderar os efeitos adversos a diversos outros setores e países impactados pelo fenômeno.

De acordo com a Figura 5, é esperado aumento de efeitos negativos na produção agrícola e na aquicultura, e de efeitos tanto positivos como negativos na pecuária na América Central e do Sul, apesar do grau de confiança médio para tais afirmações. Estes efeitos se coadunam com as pesquisas brasileiras, como será abordado a seguir.

Pesquisadores brasileiros sobre as mudanças climáticas se reuniram na iniciativa Economia do Clima no Brasil por meio da qual elaboraram o relatório “Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades” de 2010, conjugando diferentes pesquisas e modelagens climáticas de cenários relacionados às mudanças climáticas no país e traçando algumas de suas consequências, conforme pode ser observado na Figura 6. Conforme apresenta a figura, é esperado um aumento na temperatura em todas as regiões do Brasil, além de maior frequência

das ondas de calor. As regiões norte e nordeste tenderão a apresentar clima ainda mais seco, com mais dias de estiagem devido a uma redução das chuvas. As regiões sul, sudeste e centro-oeste podem se beneficiar devido à diminuição das geadas que podem ser prejudiciais à produção agrícola. Entretanto, podem sofrer com uma maior frequência de chuvas extremas.



Figura 6. Projeções do clima por região no ano 2100. Fonte: Economia do Clima (2010).

As alterações nas condições climáticas e ambientais do Brasil podem afetar uma cadeia de fatores com riscos associados, dentre os quais se destaca a produção de alimentos, a redução de florestas e a perda de biodiversidade. A Figura 7 demonstra algumas das tendências para a área rural até o ano de 2100, considerando as mudanças climáticas. Em todos os cenários, haverá redução das florestas, especialmente devido à pressão antrópica, às mudanças do uso da terra e ao desmatamento. A perda de produtividade agrícola é previsível em algumas regiões, assim como adaptações relativas ao manejo de espécies alimentícias. Na região centro-oeste, por exemplo, as áreas de pastagem serão favorecidas, tendo em vista a perda de produtividade agrícola, o que também acontecerá na região sudeste. As regiões norte e nordeste se beneficiarão de um aumento das lavouras e também de

áreas de pastagem, porém de baixa produtividade no nordeste. A região sul é a única que apresentará queda nas áreas de pastagem (ECONOMIA DO CLIMA, 2010).

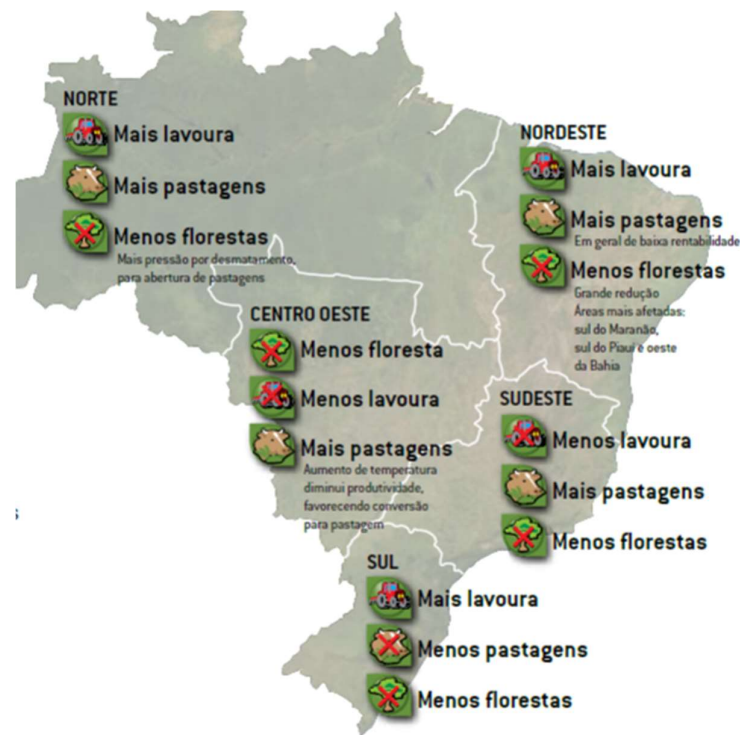


Figura 7. Tendências projetadas para a mudança no uso da terra no ambiente rural até 2100, considerando os efeitos das mudanças climáticas. Fonte: Economia do Clima (2010)

Tais aspectos foram contemplados na dinâmica do jogo proposto por meio de seus cenários, os quais serão explicados a seguir. Além destes, o jogo se pautou na realidade maranhense, a partir da qual fenômenos específicos puderam ser observados.

O aquecimento global, combinado com mudanças na distribuição de precipitação, pode ter um impacto significativo na agricultura devido à alteração do ciclo biogeoquímico da água, com longos períodos de seca que reduzem a disponibilidade de água para irrigação, até eventos climáticos extremos que ocasionam problemas de erosão, levando a uma redução na qualidade da água (EMBRAPA, 2015; SILVA et al., 2016). O aumento das temperaturas também pode levar a uma redução na quantidade e qualidade das colheitas, pois muitas culturas não conseguem sobreviver em climas muito quentes. Os polinizadores também podem ser negativamente impactados pelas mudanças ambientais (BEZERRA et al., 2021).

Além disso, uma maior concentração de GEE na atmosfera pode levar a uma maior incidência de pragas e doenças, pois muitas pragas podem se multiplicar em ambientes que se tornam mais favoráveis à sua sobrevivência (EMBRAPA, 2015). Para enfrentar esses desafios, é necessário desenvolver e implementar medidas de adaptação, como o uso de sistemas de irrigação mais eficientes, o aprimoramento de tecnologias de resistência à seca e a diversificação de culturas que considerem especialmente o conhecimento tradicional devido aos benefícios abordados anteriormente (IPCC, 2021).

### **3. A CONSTRUÇÃO DE UM JOGO COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

A ideia da construção de um jogo surge como forma de trabalhar os densos conceitos relativos ao ensino das mudanças climáticas por meio de uma abordagem didática que também buscou privilegiar situações de aprendizagem que levassem os alunos a refletir de maneira crítica sobre o fenômeno a partir de um pensamento sistêmico, que contemplou diferentes saberes: desde as ciências naturais até temas sociopolíticos, que incluem a justiça climática, a compreensão de que o fenômeno impacta de maneira distinta as populações, que por sua vez, possuem diferentes capacidades de adaptação, e a promoção de alternativas contra-hegemônicas para a construção da realidade, no caso, do campo, através da exploração de práticas e saberes advindos da agroecologia, por exemplo.

Desde a infância, jogos, brinquedos e brincadeiras são vistos como grandes ferramentas de aprendizagem e formação. No entanto, é perceptível que, ao longo da formação dos indivíduos em espaços escolares, estas ferramentas se distanciam cada vez mais das práticas docentes ou, muitas vezes, são compreendidas como “coisa de criança”, pois os jogos também são compreendidos como fonte de distração e divertimento, roubando o tempo que poderia estar destinado a transmissão bancária de conteúdos que precisam ser contemplados ao longo de um período letivo. Entretanto, assim como a criança que aprende enquanto brinca e joga, jogos e brincadeiras podem ser considerados ferramentas para potencializar e proporcionar novas experiências de aprendizagem, independente da idade. Para Vygotsky (1989), o jogo corrobora para o desenvolvimento da fala, do pensamento e da interação, além de proporcionar a vivência de problemas reais e raciocínio prático desde a infância.

Vygotsky, um dos autores clássicos utilizado como embasamento teórico na perspectiva da pedagogia histórico-crítica e criador da psicologia histórico-cultural, desenvolve seus estudos pautado não somente no desenvolvimento dos indivíduos, mas também nas contradições da sociedade capitalista e seus impactos nas redes de relações e formação dos indivíduos. Tomando o materialismo histórico-dialético como ponto de partida de suas discussões, Vygotsky reflete a historicidade e a produção de instrumentos através do trabalho, compreendido como atividade vital realizada por humanos para sua sobrevivência. Neste contexto, a criação de



ferramentas, para o autor, gera novas estruturas mentais, bem como novas estruturas sociais (MARTINS, 2008).

Também a partir das contribuições do materialismo histórico-dialético, o desenvolvimento da sociedade vem se distanciando da própria sobrevivência humana (MARTINS, 2008). A pandemia de COVID-19 fez com que diversos autores refletissem não somente os acontecimentos emergentes, mas também acontecimentos anteriores que nem sempre ganharam grande visibilidade, quando comparados à pandemia, dentre elas a reflexão sobre as mudanças climáticas. Santos (2020) ressalta que crises, como a pandemia de COVID-19, sempre existiram e alerta sobre outras crises que podem ser irreversíveis, como as do campo ecológico, que são permeadas por inúmeras contradições, tais como: o uso exacerbado de agrotóxicos na produção de alimentos, o alto índice de poluição e contaminação das águas e da atmosfera, o desmatamento e a perda de biodiversidade, as injustiças e desigualdades sociais, a violência, as barreiras de acesso da população à informação correta e transparente e a políticas públicas, dentre outros.

A sociedade atual é permeada pela Indústria Cultural, *fake news*, crises planetárias, negacionismo científico, violência, entre outras questões. A escola, neste contexto, ganha não só uma função social importante na formação dos alunos, como também tem a difícil tarefa de compreender esses fenômenos para além de sua aparência, a partir de bases científicas, de modo a proporcionar uma formação que impactará na compreensão dos problemas do mundo de maneira crítica e emancipatória, se contrapondo às correntes negacionistas ou ao apassivamento de crises ambientais e planetárias. O contexto escolar é essencial para o enfrentamento da emergência climática por possuir um papel muito relevante por oportunizar e tornar acessível o conhecimento científico sobre as mudanças climáticas e sobre as possibilidades de medidas de adaptação e mitigação existentes à sociedade (ALMEIDA, CAVALCANTE E SILVA, 2020; BOON, 2014).

Outro aspecto importante neste cenário é que torna o aprendizado sobre as mudanças climáticas e o papel de conscientização das escolas ainda mais essencial, diz respeito à justiça climática, pois “as populações não são atingidas da mesma maneira pelos eventos extremos, assim como não reagem a eles igualmente, por terem distintas capacidades e habilidades de se adaptar aos seus impactos” (ROSA; MALUF, 2010, p.18). Para além de conscientização, as escolas podem promover novas perspectivas de pensamento que valorizem os conhecimentos dos povos

indígenas e de comunidades tradicionais que convivem com a natureza e mudanças ambientais e há muito tempo produzem saberes para lidar com estas situações (IPCC, 2021). Neste sentido, a escola ainda pode atuar como produtora de uma forma de ensinar contrária às correntes hegemônicas.

Boon (2014) buscou explorar o conhecimento, crenças e atitudes em relação às mudanças climáticas entre o público em geral e professores em formação de três diferentes níveis de ensino (Infantil, Primário e Secundário). O estudo foi aplicado na Austrália regional e direcionado a regiões que haviam sido afetadas por desastres ambientais relacionados às mudanças climáticas. Neste trabalho, publicado em 2014, a autora traz especificamente o resultado parcial de um estudo mais amplo que buscava apontar a necessidade da inclusão de um componente curricular sobre as mudanças climáticas no sistema educacional australiano. Como resultado, o estudo apontou que a maioria dos professores em formação compreendem as causas das mudanças climáticas, porém não compreendem o funcionamento do efeito estufa, e que os grupos de professores que se equiparam à Educação Infantil e Ensino Fundamental I no Brasil não compreendem as fontes das emissões de carbono antropogênicas. Em suma, o estudo evidenciou uma lacuna no conhecimento e compreensão dos professores em formação sobre as mudanças climáticas (BOON, 2014).

O trabalho de Boon (2014) foi replicado no Brasil no estudo feito por Marchezin e Londe (2020). Neste estudo, os autores buscaram identificar como os professores da rede pública de São José dos Campos lidam com o tema das mudanças climáticas. Os resultados obtidos pelos autores são esperançosos, especialmente em comparação com o trabalho de Boon (2014), tendo em vista que os professores brasileiros demonstraram maiores conhecimentos sobre o fenômeno das mudanças climáticas. Entretanto, a aproximação com apenas a realidade de um município dificulta uma análise mais profunda sobre o tema, sendo necessários maiores estudos no Brasil.

Tais trabalhos ajudam a ilustrar como as atuais crises ambientais têm sido tratadas sob a lógica da “razão instrumental” (ADORNO; HORKHEIMER, 2006): vemos o mundo através de uma lógica formal, a qual nos cega a outras possibilidades que poderiam ser dadas através do olhar dialético sobre o mundo. Assim como nos alerta Adorno (2010), a visão meramente instrumental sobre o mundo leva os

indivíduos à semiformação, ou seja, aos “sintomas de colapso da formação cultural” (ADORNO, 2010, p. 8). Em outras palavras:

Adorno questiona o entendimento da crise da formação cultural como mero objeto de reformas pedagógicas, enfatiza a dimensão ampliada assumida pela semiformação – onipresença do espírito alienado – e aponta para a necessidade de se construir uma teoria abrangente, que dê conta do diagnóstico da situação cultural contemporânea e de seus elementos negativos. (PUCCI, 1998, p. 90)

Nesta direção, Adorno (1995) destaca que a Educação deve ser conduzida por um olhar crítico que vá para além da aparência dos fenômenos, ou seja, ela deve levar o sujeito a compreender os fenômenos em sua essência, de modo que o encaminhe para a emancipação. Além disso, a Educação é vista como um dos meios fundamentais para a *práxis* revolucionária, ou seja, as instituições escolares, na perspectiva da pedagogia histórico-crítica, são compreendidas como um espaço que pode oferecer aos estudantes experiências formativas que contribuam para o processo de formação crítica dos sujeitos. Assim, o pensamento crítico dialético dos indivíduos pode ser compreendido como uma ferramenta de transformação, a qual favorece o esclarecimento das contradições históricas e materiais na construção e na transformação da sociedade (SAVIANI, 2012).

Na teoria da aprendizagem em Vygotsky (1989), o conceito de “Zona de desenvolvimento proximal” ajuda a compreender como o jogo pode favorecer o processo formativo do aluno sobre as mudanças climáticas. O jogo pode servir de estímulo para que o educando consiga potencializar seu “conhecimento real” para o que ele chama de “Zona de desenvolvimento potencial”, dando subsídios para que ele conquiste novos saberes e cada vez mais autonomia e pensamento crítico em sua leitura de mundo. A aplicação do jogo e o modo como ele é aplicado também merecem atenção para que de fato novas funções psíquicas superiores (VYGOTSKY, 1989) sejam alcançadas. Kishimoto (2009) destaca que a aplicação dos jogos nos espaços educativos deve apresentar equilíbrio entre diversão e aprendizagem, uma vez que os extremos podem anular ou inexistir a sua proposta educativa ou de diversão. O jogo, portanto, pode ser ferramenta potencializadora de uma aprendizagem científica crítica e do esclarecimento sobre as atuais questões socioambientais emergentes no planeta dentro do espaço escolar, uma vez que sua proposta pode aproximar o educando de situações reais que os guiam para a

realidade. Também é compreendido como uma ferramenta de fonte de motivação para a aprendizagem (VYGOSTKY, 1989).

### 3.1. A PROPOSTA DO JOGO “MOSAICO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS”

A proposta do jogo surgiu a partir da experiência do pesquisador (estágio docente pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – UFSCar, São Carlos) em uma disciplina de planejamento ambiental rural do curso de Gestão e Análise Ambiental, por meio da qual buscou-se articular o cenário das mudanças climáticas ao próprio planejamento ambiental e a partir da realidade do campo. Em seu levantamento bibliográfico sobre mudanças climáticas no contexto ambiental rural, o pesquisador encontrou a cartilha “As inovações de Rosa e Tião para uma boa produção em pequenas áreas: Centro dos Passarinhos, Lago dos Rodrigues, Maranhão.” (PORRO et al., 2020) que trata a realidade de pessoas que vivem no campo, seus modos de vida e de produção. A partir deste trabalho, o pesquisador considerou a história dessas pessoas como inspiração para a composição de um jogo como personagens principais, embora a construção das personagens fossem adaptadas ao jogo.

O jogo é composto por cartas que representam personagens, saberes e soluções e cenários (ANEXO 1), elaboradas pela ferramenta digital Canva<sup>3</sup>. Por se tratar de um jogo de cartas e personagens, ele pode ser abordado a partir da perspectiva do *Role-playing Game* (RPG).

RPG é um jogo no qual uma pessoa (neste caso, o professor) conta uma história que é encenada pelos jogadores que recebem papéis como as várias informações básicas. Os desafios relacionados à história são então apresentados e devem ser abordados por todos os participantes. Cada jogador representa um personagem na história e recebe habilidades (definidas quantitativamente). Essas habilidades são testadas durante o jogo para decidir se o personagem tem sucesso em sua tentativa de realizar uma tarefa que resolva o problema ou supere o desafio (...) Um dos aspectos mais interessantes e significativos do RPG é que todo o time deve vencer junto: não há perdedores nesse tipo de jogo cooperativo, garantindo que ninguém seja excluído ou se sinta excluído (RANDI; CARVALHO, 2013, p.81, traduzido pelo autor)<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Ver: <https://www.canva.com/>

<sup>4</sup> Texto original: “RPG is a game in which a person (in this case, the teacher) tells a story that is enacted by the players who are given roles as the various pieces of background information. Challenges related to the story are then presented and must be addressed by all participants. Each player represents a character in the story and is attributed (quantitatively-defined) skills. These skills are tested during the game to decide if the character succeeds in his or her attempt to perform a task that solves the problem or overcomes the challenge (...) One of the most interesting and significant aspects of the RPG is that the whole team must win together: there are no losers in this kind of cooperative game, ensuring that nobody is excluded or feels excluded”

A princípio, foram elaboradas sete cartas para os personagens, quatro cartas para os cenários, seis cartas de saberes e soluções, uma carta explicativa do problema inicial e um guia com as instruções. O nome “Mosaico das mudanças climáticas” faz referência a esse conjunto de peças-chave de atores e contextos que se unem pela realização de soluções para o planejamento ambiental rural, as quais dependerão da criatividade de seus criadores.

Para que os objetivos do jogo sejam contemplados, é recomendado que ele seja trabalhado em, no mínimo, dois grupos, para que haja comparação entre as soluções produzidas e apresentadas. A capacidade máxima de integrantes por grupo é de sete pessoas. Recomenda-se também a proposta de trabalho em grupos para que discussões sobre as problematizações durante a resolução dos problemas propostos sejam facilitadas entre os estudantes.

Após a organização do espaço, os grupos devem distribuir as cartas de personagens, assinalando, quando possível, uma carta para cada integrante do grupo. Nos casos em que houver menor número de integrantes, recomenda-se que mais de uma carta seja distribuída entre os jogadores. Após distribuídas, cada pessoa deve ler a carta de seu personagem em voz alta para os demais, pois cada um deles possui uma história e uma condição para a solução do problema inicial. Os personagens são inspirados em pessoas e histórias reais. Essas histórias representam atores relevantes do contexto rural para os quais são atribuídas algumas funções, como os agricultores familiares, o professor universitário, a gerente de banco, o prefeito, o grande agricultor e a líder comunitária.

Em seguida, a leitura do problema inicial é realizada pelos alunos em cada grupo. O problema inicial está relacionado à aquisição de recursos financeiros para investimento na implementação de um sistema de irrigação na propriedade de Rosa e Tião. Após a leitura do problema, de modo a contextualizá-los à problemática da mudança do clima, os alunos devem ler e considerar a carta do cenário enumerado com o número um. Algumas cartas são enumeradas para facilitar a dinâmica do jogo, porém as cartas podem ser tomadas de maneira aleatória.

Entre as possibilidades de cenário, estão: o aumento da temperatura, o êxodo rural, serviços de polinização na agricultura e a emergência de novas doenças em plantas devido à elevação das concentrações atmosféricas de CO<sub>2</sub> associada às mudanças climáticas. Todos os cenários são embasados em trabalhos científicos sobre os temas apresentados (ver Anexo I) e, devido também às especificidades

culturais e das características das mudanças ambientais de cada região, o estudo privilegiou a construção de cenários baseados no interior do estado do Maranhão, onde se encontram os verdadeiros personagens que inspiraram o jogo, Rosa e Tião. Assim, os estudos que embasam os cenários têm como pano de fundo a realidade maranhense<sup>5</sup>.

Dado o problema inicial e o cenário de partida, os participantes deverão desenvolver e elencar possíveis soluções para o problema inicial, levando em consideração os cenários apresentados. Durante o processo de desenho da solução, os participantes devem observar a função exercida por cada personagem, suas condições de ação e contrapartidas. Caso os jogadores tenham dificuldades em articular elementos para a proposição de soluções, eles podem contar com as cartas de Saberes e Soluções, as quais dão pistas para a solução do problema. Para o jogo ficar ainda mais interessante, o professor pode tornar obrigatório o uso de, pelo menos, uma carta de Saberes e Solução para a solução final. Há um grau de dificuldade no jogo, tendo em vista que somente o personagem do professor Rodolfo pode comprar as dicas de Saberes e Soluções. No entanto, esta compra está sujeita à condição de pegar uma nova carta de cenário, cuja situação apresentada é cumulativa ao cenário inicial.

A fim de valorizar os saberes das comunidades locais, as cartas de Saberes e Soluções advêm de práticas agroecológicas e que valorizam o conhecimento tradicional, mas não exclusivamente. Além disso, os personagens Adélia e Jorge (representantes da comunidade local) podem comprar uma carta de Saberes e Soluções sem custo, somente uma vez, utilizando o “Poder da Comunidade” presente na carta dos personagens, o qual advoga simbolicamente em prol da troca de saberes e da aprendizagem social.

Outros personagens apresentam dilemas controversos na construção da solução e relatam algumas das injustiças e violências vivenciadas e outras problemáticas sociais advindas da realidade do campo. É importante ressaltar que a solução proposta não precisa se limitar à resolução apenas do problema inicial. Os alunos devem ser incentivados a propor soluções que resolvam os problemas vividos por outros personagens, tais como a perseguição enfrentada pela líder comunitária

---

<sup>5</sup> Este elemento abre a possibilidade de adaptação para o jogo que permite a exploração de novos jogos, com novos personagens, baseados em distintas realidades e novos cenários.

Beatriz ou o êxodo rural de jovens da comunidade, e que também aproveitem as oportunidades dos diferentes contextos apresentados, tais como a parceria com o grande produtor rural, Evaristo. Assim, é permitida e encorajada a construção de mais de uma solução, levando em consideração os fatores positivos e contradições apresentadas. Caso alguma questão não tenha sido contemplada nas regras, quem toma a decisão final na solução de conflitos (como mestres do jogo em cada grupo) é Rosa e Tião, personagens que representam os agricultores familiares.

Ao final, os participantes devem apresentar a solução final para o problema inicial aos demais grupos (para toda a turma). Espera-se que uma variedade de soluções seja proposta, de modo a possibilitar a comparação e evidenciar os diferentes paradigmas considerados. Além disso, o professor poderá fazer perguntas aos grupos, de modo a estimular a reflexão crítica sobre as soluções propostas.

Apesar de não haver vencedores, os objetivos mais importantes deste jogo são a contextualização das mudanças climáticas na criação de estratégias para a resolução de problemas reais, por meio da protagonização de personagens e cenários e da avaliação crítica dos próprios alunos frente à própria proposta apresentada (e provocada pelo professor) e às outras soluções de outros participantes, de maneira comparativa. Por exemplo: muitas soluções propostas na aplicação do jogo tiveram como primazia a adoção do financiamento privado e, a partir disso, o professor questionou os alunos sobre como eles poderiam relacionar a escolha dessa solução aos contextos de planejamento ambiental rural apresentados ao longo da disciplina e o resultado foi muito proveitoso, pois os estudantes relacionaram esta solução proposta ao sucateamento das políticas de financiamento no campo e à estagnação das políticas da reforma agrária.

Assim, pode-se concluir que este jogo também busca aliar conhecimentos das áreas de ciências naturais com conhecimentos das áreas sociopolíticas, instigando reflexões críticas sobre a justiça ambiental e climática de maneira sistêmica.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este jogo foi aplicado para graduandos do curso de Gestão e Análise Ambiental da UFSCar no *campus* São Carlos (Anexo 2) e seus objetivos foram contemplados. Dentre os resultados mais destacados pelos alunos participantes, evidenciou-se a valorização da solução proposta pela personagem Simone (gerente do banco) para a resolução do problema inicial. Apesar de não ter sido um problema, considerou-se uma oportunidade de melhoria. Alguns aprendizados foram sistematizados no Quadro 1.

Quadro 1 - Feedbacks e aprendizados da aplicação do jogo

<b>Positivos</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. O jogo apresenta muitas questões e atores pertinentes à realidade do campo e suas dificuldades.</li><li>2. É possível relacionar com políticas públicas e leis nacionais, problematizando as mesmas, como por exemplo, relacionar com as dificuldades de acesso que as unidades rurais enfrentam atualmente.</li><li>3. O jogo tem um grau de dificuldade que prende os estudantes na busca por soluções para os problemas apresentados. O que de início parecia ser um problema simples, no final, apresenta um desafio robusto para se pensar em uma solução.</li></ol>
<b>Pontos para melhoria</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Melhorar as regras do jogo para que os participantes enfrentem mais problemas relacionados às questões climáticas, pois alguns grupos resolveram o problema sem pegar mais cartas de cenário.</li><li>2. Incluir um personagem que esteja mais próximo à comunidade, como um(a) vereador(a), ao invés do prefeito.</li><li>3. Ao invés de definir a imagem das personagens, deixar que os participantes definam como eles gostariam de ser.</li></ol>

Tendo em vista que a elaboração do jogo ocorreu em um período de pandemia, optou-se pela também elaboração de uma versão virtual do jogo, por meio da qual as cartas foram hospedadas em uma plataforma virtual (Mural.co) (Anexo 3), que pode ser acessada durante reuniões por vídeo-conferências e a dinâmica facilitada. Entretanto, esta versão ainda não foi testada.

Assim, defende-se que os jogos podem contribuir para o processo de ensino de temas complexos, como as mudanças climáticas, de forma lúdica, divertida e interativa, permitindo que os alunos assumam diferentes papéis de atores presentes nos contextos estudados e explorem, de maneira crítica, o impacto das mudanças climáticas em diferentes realidades. A metodologia do jogo também permitiu simular o desenvolvimento de soluções para os problemas que afetam a realidade do campo a partir de seus principais atores, contribuindo com o objetivo da disciplina na qual o jogo foi proposto. A proposta de apresentação das soluções permitiu ajustar caminhos ao indagar os alunos sobre temas que perpassam as políticas governamentais, incentivando-os à discussão e à construção de um conhecimento de maneira coletiva.

Por fim, ressalta-se a importância do trabalho da escola com um tema tão importante para as atuais e futuras gerações e que cumpre uma nova função social frente aos desafios da emergência climática. Neste contexto, tanto as escolas como as instituições de ensino superior assumem um papel fundamental na disseminação de saberes relacionados à adaptação às mudanças climáticas, pois, em muitos casos, ela pode fornecer recursos para que os alunos possam entender melhor o tema, suas causas e consequências, contribuindo com o desenvolvimento de habilidades para agir de forma responsável no uso dos recursos naturais, na contribuição para a preservação do meio ambiente e na construção da cidadania ambiental, pautada na participação e em princípios de aprendizagem social.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Rafaela Gomes de, CAVALCANTE, Arnóbio de Mendonça Barreto e SILVA, Emerson Mariano da. Impactos das Mudanças Climáticas no Bioma Caatinga na Percepção dos Professores da Rede Pública Municipal de General Sampaio - Ceará. In: **Revista Brasileira de Meteorologia** [online], pp. 397-405. 2020.

ALVALÁ, R. C. S.; BARBIERI, A. Desastres Naturais. Em C. A. Nobre e J. A. Marengo (Ed.), **Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar** (pp. 203-230). Bauru, Brasil: Canal 6 Editora. 2017.

BEZERRA António Diego de Melo, et al. Mudanças Climáticas e o Desencontro entre Polinizadores e Culturas Agrícolas O Caso de Maracujá e as Abelhas Marangavas *Xylocopa frotalis* e *Xylocopa grisescens*. In: Brasil Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estratégias de adaptação as mudanças do clima dos sistemas agropecuarios brasileiros**, Brasília MADA/SENAR, 2021

BOON, Helen. Teachers and the communication of climate change science: a critical partnership in Australia. In: **Procedia - Social and Behavioral Sciences** nº 116, pp. 1006–1010, 2014.

CALDERAN, Andre M. **Panorama das Capacidades Institucionais para a Promoção da Governança Ambiental no Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2023.

CAMPANHOLA, Clayton; RODRIGUES, Geraldo. S.; RODRIGUES, Isis. Gestão territorial e desenvolvimento rural sustentável. In: **Gestão Ambiental na Agropecuária**. Orgs: Gebler, L. e Palhares, J. C. P. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2007. pp. 13-32.

ECONOMIA DO CLIMA. **Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades** (EMCB). São Paulo: IBEP, 2010.

EMBRAPA. **Mudanças climáticas e produção de hortaliças: projeções, impactos, estratégias adaptativas e mitigadoras**. Brasília: Embrapa, 2015.

FALCÓN, Maria Lúcia et al. Por uma política industrial e de inovação baseada em APLs da agricultura familiar. In: **Arranjos Produtivos locais: referencial, experiências e políticas em 20 anos da RedeSist**. Rio de Janeiro: E-2017, p-Papers, 2017. p. 161-192.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report

of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, 2007.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Geneva, Switzerland, 2014.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press. In Press, 2021.

MALHEIROS, Bruno Taranto. **Metodologia da Pesquisa em Educação**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MARCHEZINI, Victor., LONDE, Luciana.R. Looking to future perceptions about climate change in Brazil: What children's teachers think, learn and teach about? In: **Natural Hazards** 104, pp. 2325–2337, 2020.

MILANEZ, B.; FONSECA, I. F. Justiça climática e eventos climáticos extremos: uma análise da percepção social no Brasil. In: **Revista Terceiro Incluído**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 82–100, 2011.

NELLES, David; SERRER, Christian. **Mudança Climática: Os fatos como você nunca viu antes**. Trad. Vanessa Räbel. Rio de Janeiro: Sextante, 2020.

NOBRE, Carlos A.; REID, Julia; VEIGA, Ana Paula S. **Fundamentos científicos das mudanças climáticas**. São José dos Campos, SP: Rede Clima/INPE, 2012. 44p

NOBRE, Carlos A.; MARENGO, José A. **Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar**. São Paulo: Canal6 Editora, 2017

NORONHA, Gustavo S; FALCÓN, Maria Lúcia de O. A disputa entre modelos para o campo: apontamentos sobre a questão agrária no Brasil em busca de um novo paradigma. In: **Saúde Debate**. Rio de Janeiro, v.42, p:183-198; novembro, 2018.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Quem precisa de justiça climática no Brasil?** (e-book). 2022.

PORRO, R.; NASCIMENTO, A. S.; GUSMÃO, L. A.; SOUSA, R. C. de. **As inovações e Rosa e Tião para uma boa produção em pequenas áreas**: Centro dos Passarinhos, Lago dos Rodrigues, MA. Brasília – DF: Embrapa Amazônia Oriental, 2020.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de, **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**, 2ª Ed., Novo Hamburgo - RS, Associação Pró-Ensino Superior em Novo Hamburgo - ASPEUR Universidade Feevale, 2013.

RANDI, M. A. F.; CARVALHO, H. F. de. Learning through role-playing games: an approach for active learning and teaching. In: **Revista Brasileira De Educação Médica**, 37, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-55022013000100012>

ROCHA, Rosaly J. de S.; CABRAL, José Pedro C. Aspectos Históricos da Questão Agrária no Brasil. In: **Revista Produção Acadêmica**. Vol. 2, Junho, 2016.

ROSA, Teresa da S. e MALUF, Renato .S. **Populações vulnerabilizadas e o enfrentamento de eventos climáticos extremos**: estratégias de adaptação e de mitigação. Boletim ECOECO, v. 23/24, 2010.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 24ª Ed. São Paulo: Cortez Editora, 2016.

SILVA, Fabrício Brito et al. Evidências de Mudanças Climáticas na Região de Transição Amazonia-Cerrado no Estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Meteorologia** [online]. 2016

## ANEXO 1 - CARTAS DO JOGO

### Rosa e Tião

Rosa e Tião são agricultores familiares. A agricultura se constitui na principal atividade econômica do casal, representando 80% da renda monetária familiar, que é obtida, principalmente, a partir da venda de hortaliças de clima quente e de frutas como o maracujá e o coco-babaçu.

Problemas enfrentados:

- Não possuem um sistema de irrigação que poderia otimizar a produção de frutos em 30%
- A época seca afeta a disponibilidade de água para hortaliças, diminuindo a produção em 30%.
- A estrada para a feira é muito precária e perigosa, gerando altos custos logísticos.

Produção média:

Hortaliças: 312Kg/mês

Frutos: 288Kg/mês

Renda mensal:

Hortaliças: R\$80/caixa - R\$1.040

Frutos: R\$80/caixa - R\$960

Despesas:

55% Alimentação e Higiene

30% Logística e mão-de-obra

15% Contas

Inspirado por: PORRO, R.; NASCIMENTO, A. S.; GUSMÃO, L. A.; SOUSA, R. C. de. As inovações de Rosa e Tião para uma boa produção em pequenas áreas: Centro dos Passarinhos, Lago dos Rodrigues, MA. Brasília, DF: Embrapa, 2020



# Rodolfo

Rodolfo é professor de uma Universidade Federal e está realizando um projeto que pode auxiliar agricultores familiares em suas produções.

O professor pode oferecer suporte técnico às famílias das unidades rurais com sua equipe, além de facilitar o contato com outros atores importantes, como o poder público.

## Dicas Valiosas:

O professor sempre receberá cartas com soluções, porém, para cada carta de solução que o professor pegar, uma carta de cenário deve ser retirada.



# Simone

Simone é gerente do banco em que Rosa e Tião sempre buscam serviços de crédito.

Simone é responsável por avaliar e enviar propostas de financiamento aos agricultores familiares.

## Tudo tem um custo:

Simone pode ajudar os agricultores a receberem financiamento, porém, neste jogo, ela cobra o dobro do valor emprestado como juros. Considere o pagamento em 48 meses. Caso não haja o pagamento do empréstimo por mais de dois meses, os tomadores sofrem um processo e o valor das parcelas duplica.





# Beatriz

Beatriz é uma líder comunitária e líder da associação de agricultores familiares, que cuida para que a feira semanal funcione.

Além desse cuidado, Beatriz se dedica à levar as demandas e reivindicações dos agricultores familiares ao poder público e possui contato direto com vereadores e com o prefeito.

Caso você tenha propostas ao poder público na solução, você deve obrigatoriamente chamar Beatriz, mas, Todo cuidado é pouco:

A cada reivindicação ou projeto que Beatriz leva ao poder público, ela é ameaçada. Ao enviar 2 demandas ao poder público, a feira fica fechada por dois meses e sua renda diminui em 70% em cada mês.



# Carlos Rodrigues

José Carlos é o Prefeito da Cidade de Lagos dos Rodrigues

## O Poderoso Chefão:

Carlos Rodrigues pode ajudar os agricultores com financiamento, através de um programa de microcrédito em parceria com os bancos da região.

O valor máximo do financiamento corresponde à 30% do valor projetado inicialmente sob as mesmas condições, mas unidades recebem seguro contra perdas, atrasos e assistência técnica.

Custo: Você não pode ativar esse poder se esta for a única reivindicação ao prefeito / poder público.



# Adélia e Jorge

Adélia e Jorge são vizinhos de Rosa e Tião, e reconhecem o bom trabalho do jovem casal no campo.

Por serem mais velhos, eles sentem os efeitos do êxodo rural, com os filhos morando na cidade, e estão mais vulneráveis às perdas de produtividade devido às mudanças climáticas.

## O poder da comunidade:

Você pode pegar uma carta de solução sem precisar pegar uma carta cenário. Porém você só pode fazer isso 1 vez.



# Evaristo

Evaristo é um grande produtor rural da região.

Devido ao uso do solo de sua propriedade dedicadas à monocultura e ao manejo pastoril, as queimadas tem sido mais frequentes nas proximidades das unidades rurais de agricultura familiar.

Evaristo também sofre com as queimadas e com a seca e está aberto à novas ideias.

## Um aliado inesperado:

Evaristo pode dedicar parte de suas terras, próximas às comunidades de agricultores familiares para a agricultura alternativa ou outro tipo de manejo. Desde que também seja rentável a ele. Não esqueçam de avaliar os custos!!!



## REGRAS

1 - Cada participante deve selecionar aleatoriamente uma carta com a personagem que irá representar. Cada integrante deve se apresentar em voz alta com a leitura da carta.

2- Iniciem o jogo com a leitura do Problema Inicial que deverá ser resolvido e uma carta de Cenário. Ambas as cartas devem ser lidas em voz alta.

3 - O Objetivo do jogo é desenhar soluções para o problema inicial levando em conta os cenários apresentados. Para ajudá-los, existem cartas de Saberes e Soluções. Vocês devem considerar pelo menos 1 carta de Saberes e Soluções na solução final.

4 - Alguns personagens oferecem soluções para a resolução do problema inicial com algumas condições. Leia atentamente o que cada personagem oferece. Em alguns casos, você precisará fazer cálculos simples.

## REGRAS

5 - As cartas de saberes e soluções só podem ser compradas pelo professor Rodolfo. Em contrapartida, você deve obrigatoriamente pegar uma carta de cenário que irá impor uma condição para a resolução do problema inicial. Adélia e Jorge podem comprar uma carta de saberes e soluções sem custo, somente 1 vez, utilizando o Poder da Comunidade.

6 - Não se limite às soluções propostas neste jogo. Utilize a criatividade e seus conhecimentos para elaborar suas propostas para a resolução do problema apresentado considerando os cenários colocados.

7 - Ao final, você e sua equipe devem apresentar a proposta de resolução para toda a turma.

8 - Caso haja alguma questão que não tenha sido contemplada nestas regras, quem toma a decisão final é Rosa e Tião.

## O PROBLEMA INICIAL

Rosa e Tião vivem em uma unidade rural no interior do Estado do Maranhão, na cidade de Lagos dos Rodrigues, em homenagem à família Rodrigues que deu origem à cidade e tem como prefeito, seu mais novo representante Carlos Rodrigues.

Rosa e Tião desejam cada vez mais melhorar sua produtividade, tendo em vista que agora possuem uma filha, Laura. Para isso pensam em implementar um sistema de irrigação para a propriedade, o que poderia ajudá-los a dedicar mais tempo no manejo de frutos, aumentando a produtividade desses insumos.

O custo para a implementação desse sistema é de R\$4.000,00. Como vocês poderiam ajudar Rosa e Tião a otimizarem sua produtividade? Limite para remanejamento do orçamento familiar: 10%

## SABERES E SOLUÇÕES 1

Os riscos agropecuários estão ligados às consequências negativas causadas por fatores imprevisíveis de produção (climáticos e incêndios, sanidade animal e vegetal, gestão da produção e de recursos naturais), de mercado (preços de insumos e produtos, crédito, comércio exterior) e de ambiente de negócios (logística e infraestrutura, marco regulatório, políticas, instituições).

A diversificação da produção é considerada uma estratégia para prevenir, reduzir ou eliminar a ocorrência de impactos negativos à produção agropecuária. A diversificação de culturas auxilia na redução da pobreza, na adaptação de mudanças climáticas e no melhoramento da segurança alimentar dos agricultores

A diversificação pode se dar de distintas maneiras e a partir de diferentes táticas.



Fonte: PIEDRA BONILLA, Elena Beatriz. Diversificação agropecuária e mudança climática no Brasil. 2020. 138 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2020.



# SABERES E SOLUÇÕES 1

**Tabela 1. A diversificação dentro e fora do estabelecimento agrícola**

	<b>Atividades <i>on-farm</i></b>	<b>Atividades <i>off-farm</i></b>
<b>Atividades agropecuárias</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agrícola (lavouras temporárias e permanentes, horticultura, floricultura etc.)</li><li>• Pecuária (ovinocultura, suinocultura, apicultura, bovinocultura etc.)</li><li>• Silvicultura</li><li>• Extrativismo vegetal</li><li>• Aquicultura</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Trabalho temporário de colheita, plantio etc.</li><li>• Arrendamento de terras</li><li>• Aluguel de equipamentos e benfeitorias</li></ul>
<b>Atividades não agropecuárias</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Serviços rurais (turismo, alimentação etc.)</li><li>• Atividades de transformação de alimentos e fibras</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Trabalho assalariado ou autônomo não agrícola (comércio, serviços)</li><li>• Aposentadoria, pensões, bolsas sociais.</li></ul>

Fonte: PIEDRA BONILLA, Elena Beatriz. Diversificação agropecuária e mudança climática no Brasil. 2020. 138 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2020.



## SABERES E SOLUÇÕES 2

Existem muitas estratégias reportadas na literatura para a mitigação ou adaptação frente ao fenômeno das mudanças climáticas. Uma delas é a introdução de sistemas conservacionistas, tais como sistemas integrados com espécies florestais, os sistemas de plantio direto e o sistema orgânico de produção, que caracterizam-se também por agirem como mitigadores das emissões atmosféricas de GEEs pela agricultura.

Vamos conhecer um deles? Os Sistemas Agroflorestais

Os sistemas agroflorestais associam espécies lenhosas perenes com lavoura temporária, espécies de frutas, arbustos e forrageiras na mesma área. Esses sistemas permitem manter estruturas semelhantes à vegetação nativa, desse modo, ajudam na recuperação de área degradadas. Ademais, as agroflorestas podem também ser sistemas viáveis economicamente.

Fonte: PIEDRA BONILLA, Elena Beatriz. Diversificação agropecuária e mudança climática no Brasil. 2020. 138 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2020.



## SABERES E SOLUÇÕES 2

Através da valorização dos conhecimentos tradicionais, os sistemas agroflorestais podem ajudar as culturas de várias maneiras.

Por exemplo, em algumas regiões alguns plantios são feitos à meia sombra. Alguns produtores em São Paulo e Minas Gerais têm utilizado arborização com mangueiras, abacateiros, macadâmia, seringueira, bananeira e coco-anão. Beneficiando-se inclusive economicamente de seus cultivos.



Fonte: ASSAD. E.; PINTO. H. S. (Coord.) Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil. São Paulo, SP. EMBRAPA e UNICAMP, Agosto, 2008.

## SABERES E SOLUÇÕES 3

O que será que meus vizinhos estão fazendo?

Vários pesquisadores têm defendido que a solução está nas próprias culturas. Uma das ideias é aproveitar o conhecimento tradicional sobre as plantas mais tolerantes à seca e incentivar um cultivo mais abrangente.

Vamos conhecer algumas estratégias da Lélia em sua propriedade?

O plantio das espécies frutíferas foi intercalado com pés de pimenta para otimizar o uso da água. Essa estratégia foi uma forma de evitar a perda de mudas no período seco do ano, uma vez que os pés de pimenta são irrigados constantemente.



Fonte: ASSAD, E.; PINTO, H. S. (Coord.) Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil. São Paulo, SP, EMBRAPA e UNICAMP, Agosto, 2008.  
PORRO, R.; NASCIMENTO, A. S.; GUSMÃO, L. A.; SOUSA, R. C. de. As Inovações de Rosa e Tião para uma boa produção em pequenas áreas: Centro dos Passarinhos, Lago dos Rodrigues, MA, Brasília, DF: Embrapa, 2020

## SABERES E SOLUÇÕES 3

Vamos conhecer algumas estratégias do Seu Zé em sua propriedade?

As mudas de espécies florestais foram plantadas na área cultivada com espécies agrícolas de ciclo curto com a intenção de utilizar a biomassa ou palhada do milho, por exemplo, para formar uma cobertura morta e, com isso, minimizar a perda de umidade do solo por meio da evaporação e proteger as raízes das plantas ainda jovens da temperatura extrema do período mais quente na região.

Fonte: PORRO, R.; NASCIMENTO, A. S.; GUSMÃO, L. A.; SOUSA, R. C. de. As inovações de Rosa e Tião para uma boa produção em pequenas áreas: Centro dos Passarinhos, Lago dos Rodrigues, MA. Brasília, DF: Embrapa, 2020



## SABERES E SOLUÇÕES 4

Novas Condições Especiais de Crédito!

Sob as mesmas condições. Hoje você conseguiu um desconto de 10% nos juros do valor solicitado de R\$4.000,00.

Fiz uma simulação e ele sairá apenas: 48 parcelas de R\$150,00



## SABERES E SOLUÇÕES 5

### Melhoramento Genético

Estão sendo desenvolvidas em laboratório variantes genéticas de diferentes espécies como o algodão e o arroz e algumas frutas mais tolerantes às altas temperaturas e ao déficit hídrico. Os estudos estão avançados, mas há que se ponderar que, mesmo que eles resultem em plantas mais resistentes, o melhoramento genético tem um limite. As alterações são capazes de fazer frente ao problema até um aumento de 2°C na temperatura global. Acima disso, em algumas regiões, as plantas começam a ter dificuldade em fazer fotossíntese, o que pede a presença de outras medidas.

Aumento de temperatura global atual: 1,5°C

Fonte: ASSAD. E.; PINTO. H. S. (Coord.) Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil. São Paulo, SP. EMBRAPA e UNICAMP, Agosto, 2008.



## SABERES E SOLUÇÕES 6

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) tem sido uma estratégia utilizada desde o final de década de 1990 por países latino-americanos para o financiamento da conservação ambiental. Apoiada por agências multilaterais internacionais, como o Banco Mundial, o PSA determina a compensação financeira pelos serviços ambientais prestados por agricultores. O princípio central desta estratégia concentra-se no fato de que o produtor que colabora com práticas sustentáveis e que preserva o meio ambiente deve ser gratificado por seus serviços, ao passo que aquele que recebe por estes benefícios, no caso a população, possa pagar por este serviço por meio de recursos públicos.

Fonte: MELO, Thainara Granero de; GONZALEZ, Diana Catherin Mercado. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e práticas de agricultura sustentável: contribuições da Análise do Comportamento. Est. Inter. Psicol., Londrina, v. 8, n. 2, p. 20-42, dez. 2017.





## SABERES E SOLUÇÕES 7

Essa é uma tecnologia simples, de baixo custo e adaptável a qualquer região. A água é captada das chuvas por meio de calhas instaladas nos telhados das casas e outras construções, e armazenada em depósitos.

Estes podem ser feitos de diversos materiais: alvenaria, plástico, metal ou lona. Para evitar que a sujeira entre na cisterna é utilizado um sistema de filtração. É fundamental evitar que a água possa abrigar mosquitos. A cisterna deve ser coberta, pelo menos, com uma tela resistente ao sol.

A água é imprópria para consumo humano mas pode ser utilizada em lavouras, criação e limpeza.

Fonte: INICIATIVA VERDE. Plantando Águas: Tecnologias sociais para adequação de imóveis rurais. SÃO PAULO, ABRIL DE 2018





## CENÁRIO 1

O aumento de temperatura é latente. As precipitações são mais intensas nos períodos de chuva e as secas são maiores, gerando perdas imprevisíveis de produtividade<sup>1 2</sup>.

Devido à seca prolongada, a perda de produtividade para o ano será maior do que 30%, podendo chegar à 40%. Há o risco aumentado de incêndios, o que pode gerar ainda mais perdas para os agricultores familiares. E o aumento de temperatura reduz a produtividade da mão-de-obra.

DIMINUA SUA PRODUTIVIDADE MÉDIAS DE HORTALIÇAS EM: 10%

FONTE: <sup>1</sup> SILVA, Fabrício Brito et al. Evidências de Mudanças Climáticas na Região de Transição Amazônia-Cerrado no Estado do Maranhão. Revista Brasileira de Meteorologia [online]. 2016

<sup>2</sup> EMBRAPA. Mudanças climáticas e produção de hortaliças: projeções, impactos, estratégias adaptativas e mitigadoras. Brasília: Embrapa, 2015.





## CENÁRIO 2

O êxodo rural é um problema, pois gera escassez de mão de obra na região, limitando as capacidades produtivas locais, como já sentem Adélia e Jorge.

Os impactos das mudanças climáticas passam a ser uma realidade na região e envolvem escalas muito maiores que as da unidade rural, demandando um esforço coletivo para a resolução desse problema. Mas quem estará disposto a ajudar?

ELABOREM UMA PROPOSTA COM EVARISTO E BEATRIZ NA SOLUÇÃO.





## CENÁRIO 3

O serviço de polinização na agricultura está vulnerável em diversas partes do mundo, uma vez que a diversidade de polinizadores e a sua abundância estão em declínio atingindo diretamente os produtores agrícolas. As mudanças climáticas e o desmatamento estão sendo apontados como as principais razões para a redução de polinizadores.

As áreas adequadas da cultura do maracujá sobreposta com as áreas adequadas das abelhas mamangavas reduzirão de 31,98 a 54,97%<sup>1</sup>. Porém a polinização pode ser feita manualmente, aumentando drasticamente os custos de mão-de-obra.

**AUMENTE SUAS DESPESAS COM LOGÍSTICA E MÃO DE OBRA EM 50%.**

FONTE: <sup>1</sup> BEZERRA, Antônio Diego de Melo, et al. Mudanças Climáticas e o Desencontro entre Polinizadores e Culturas Agrícolas: O Caso do Maracujá e as Abelhas Mamangavas *Xylocopa frotalis* e *Xylocopa grisescens*. In: Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Estratégias de adaptação às mudanças do clima dos sistemas agropecuários brasileiros. Brasília : MAPA/SENAR, 2021.



## CENÁRIO 4

A elevação das concentrações atmosféricas de CO<sub>2</sub> associada às mudanças climáticas projetadas influenciam a dinâmica de importantes doenças e pragas para a oleicultura brasileira, como as *Xanthonomas*.

As doenças das plantas aparecem com maior frequência e sua manutenção resulta em perda de produtividade e aumento de custos com mão-de-obra.

REDUZA SUA PRODUTIVIDADE GLOBAL EM 10%  
AUMENTE SEUS CUSTOS COM LOGÍSTICA E  
MÃO-DE-OBRA EM 5%

Fonte: EMBRAPA. Mudanças climáticas e produção de hortaliças: projeções, impactos, estratégias adaptativas e mitigadoras. Brasília: Embrapa, 2015.



## ANEXO 2 - FOTOS DA APLICAÇÃO DO JOGO



# ANEXO 3 - FOTO DO AMBIENTE DE APLICAÇÃO VIRTUAL (MURAL.CO)

