



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

sid.inpe.br/mtc-m21d/2024/07.23.16.48 -PUD

## **GAIA EM JOGO - (SEGUNDA EDIÇÃO)**

Tainá Oliveira Assis

Lidiane Aparecida Borges

Carolline Tressmann Cairo

Érica Ferraz de Campos

Gabriela de Azevedo Couto

Gisleine Cunha Zeri

Luciana Maria Ferrer

Fernanda Santos Mota de Jesus

Alana Kasahara Neves

Lis Accioli de Moraes Pisteco

Mariane Souza Reis

Gabriela Ayane Chagas Felipe Santiago

Erick da Silva Santos

Coordenação Geral de Ciências  
da Terra -CGCT. Divisão  
de Impactos, Adaptação e  
Vulnerabilidades - DIIAV.

Instituto Nacional de Pesquisas  
Espaciais (INPE) Av. dos  
Astronautas, 1.758, Jardim da  
Granja CEP: 12227-010 São José  
dos Campos, SP Brasil.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34T/4BMQAU2>>

INPE

São José dos Campos

2024

**PUBLICADO POR:**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Coordenação de Ensino, Pesquisa e Extensão (COEPE)  
Divisão de Biblioteca (DIBIB)  
CEP 12.227-010  
São José dos Campos - SP - Brasil  
Tel.:(012) 3208-6923/7348  
E-mail: pubtc@inpe.br

**CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELLECTUAL DO INPE - CEPPII (PORTARIA Nº 176/2018/SEI-INPE):****Presidente:**

Dra. Marley Cavalcante de Lima Moscati - Coordenação-Geral de Ciências da Terra (CGCT)

**Membros:**

Dra. Ieda Del Arco Sanches - Conselho de Pós-Graduação (CPG)  
Dr. Evandro Marconi Rocco - Coordenação-Geral de Engenharia, Tecnologia e Ciência Espaciais (CGCE)  
Dr. Rafael Duarte Coelho dos Santos - Coordenação-Geral de Infraestrutura e Pesquisas Aplicadas (CGIP)  
Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Divisão de Biblioteca (DIBIB)

**BIBLIOTECA DIGITAL:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon  
Clayton Martins Pereira - Divisão de Biblioteca (DIBIB)

**REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:**

Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Divisão de Biblioteca (DIBIB)  
André Luis Dias Fernandes - Divisão de Biblioteca (DIBIB)

**EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:**

Ivone Martins - Divisão de Biblioteca (DIBIB)  
André Luis Dias Fernandes - Divisão de Biblioteca (DIBIB)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

sid.inpe.br/mtc-m21d/2024/07.23.16.48 -PUD

## **GAIA EM JOGO - (SEGUNDA EDIÇÃO)**

Tainá Oliveira Assis

Lidiane Aparecida Borges

Carolline Tressmann Cairo

Érica Ferraz de Campos

Gabriela de Azevedo Couto

Gisleine Cunha Zeri

Luciana Maria Ferrer

Fernanda Santos Mota de Jesus

Alana Kasahara Neves

Lis Accioli de Moraes Pisteco

Mariane Souza Reis

Gabriela Ayane Chagas Felipe Santiago

Erick da Silva Santos

Coordenação Geral de Ciências  
da Terra -CGCT. Divisão  
de Impactos, Adaptação e  
Vulnerabilidades - DIIAV.

Instituto Nacional de Pesquisas  
Espaciais (INPE) Av. dos  
Astronautas, 1.758, Jardim da  
Granja CEP: 12227-010 São José  
dos Campos, SP Brasil.

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34T/4BMQAU2>>

INPE

São José dos Campos

2024

A76g      Assis, Tainá Oliveira

Gaia em jogo / Tainá Oliveira Assis, Lidiane Aparecida Borges, Carolline Tressmann Cairo, Érica Ferraz de Campos, Gabriela de Azevedo Couto, Gisleine Cunha Zeri, Luciana Maria Ferrer, Fernanda Santos Mota de Jesus, Alana Kasahara Neves, Lis Accioli de Moraes Pisteco, Mariane Souza Reis, Gabriela Ayane Chagas Felipe Santiago, Erick da Silva Santos. – 2.ed. – São José dos Campos: INPE, 2024.

17p.: il.

ISBN: 978-65-89159-14-8

1. Meio ambiente. 2. Jogo de tabuleiro. 3. Mudanças climáticas. I. Borges, L. A. II. Cairo, C. T. III. Campos, E. F. IV. Cunha Zeri, G. V. Ferrer, L. M. VI. Jesus, F. S. M. VII. Neves, A. K. VIII. Pisteco, L. A. M. Reis, M. S. X. Santiago, G. A. C. F. XI. Santos, E. S. XII. Título.

CDU: 502/504:794

# Gaia em Jogo

---

## AUTORES<sup>1</sup>

Assis, T.O.; Borges, L.A.; Campos, E.F.; Cairo, C.T.; Couto, G.A.; Cunha-Zeri, G.S.; Ferrer, L.M.; Jesus, F.S.M.; Neves, A.K.; Pisteco, L.A.M.; Reis, M.S.; Santiago, G.A.C.F.; Santos, E.S.; Afiliação: DIIAV - Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

## AFILIAÇÃO

Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades (DIIAV)  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)  
Av. dos Astronautas, 1.758, Jardim da Granja  
CEP: 12227-010 São José dos Campos, SP  
Brasil

## AUTOR CORRESPONDENTE

Luciana Maria Ferrer  
DIIAV/INPE  
E-mail: luciana.ferrer@inpe.br

**Data: 11/04/2024**

---

<sup>1</sup>Para citações, utilizar ordem alfabética de sobrenomes : Assis, T.O.; Borges, L.A.; Campos, E.F.; Cairo, C.T.; Couto, G.A.; Cunha-Zeri, G.S.; Ferrer, L.M.; Jesus, F.S.M.; Neves, A.K.; Pisteco, L.A.M.; Reis, M.S.; Santiago, G.A.C.F.; Santos, E.S.

## RESUMO

Há motivos para suspeitar que a capacidade de resiliência do planeta frente ao impacto das atividades antropogênicas no funcionamento do sistema terrestre, notadamente as emissões de gases de efeito estufa, que vem ultrapassando limites suportáveis. Várias estratégias e formas de atuação vêm sendo desenvolvidas para enfrentar a situação, porém ainda insuficientes ou com resultados incertos. Gaia em Jogo propõe, através de Abordagem Baseada em Jogos e Gamificação, refletir acerca do sobreviver na Terra. O mote do Gaia em Jogo é incentivar a reflexão de como agir e reagir às ameaças provenientes das mudanças climáticas globais de uma maneira lúdica e divertida: o Plano A, onde se mantém o *status quo*, sem alteração no comportamento humano e suas necessidades de consumo, e o Plano B, que apresenta opções de mitigação e adaptação em prol de mover a relação do homem com o mundo do atual momento para o caminho da sustentabilidade. Partindo-se da suposição de que esses são planos insuficientes e de que estamos ficando sem tempo, o Plano C é ação iminente, que exige a reorganização da sociedade, a mudança dos padrões de consumo e a reorientação cultural e filosófica da humanidade. Sobreviver é vencer o jogo. Para tal, cada jogador anda estrategicamente pelas casas do tabuleiro e escolhe as alternativas que assegurem sua permanência até o centro do tabuleiro, onde estará garantida sua sobrevivência em condições de vida do planeta, ou existência telúrica. Tal condição proporciona que todos os jogadores vençam, ou nenhum.

## INTRODUÇÃO

Segundo o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), é inequívoco que as atividades humanas vêm causando aquecimento global (temperatura em 2011–2020, 1.09°C maior do que em 1850–1900). É extremamente provável que a causa dominante do atual desequilíbrio do sistema climático da Terra, observado desde a metade do século 20, seja consequência do aumento substancial das emissões de gases de efeito estufa através de ações antropogênicas (IPCC 2023). Tais emissões vêm aumentando desde a era pré-industrial devido ao grande crescimento populacional e a expansão das atividades industriais e econômicas, atingindo patamares nunca antes observados (Stern 2006).

O estudo conduzido por Rockstrom et al. (2009) destacou uma série de impactos humanos que o atual regime de funcionamento do sistema terrestre pode suportar sem entrar em colapso: os limites planetários, que são limiares seguros dentro dos quais a humanidade pode se desenvolver sem que os impactos causados ao meio ambiente sejam irreversíveis. A humanidade, no entanto, já ultrapassou alguns destes limites estabelecidos, o que pode comprometer seriamente a capacidade de resiliência do planeta para retornar ao seu estado natural após uma perturbação (Steffen et al. 2015).

Basicamente, existem duas diferentes estratégias para lidar com as mudanças climáticas globais. A primeira seria **mitigação**, ou seja, promover a diminuição da emissão dos gases de efeito estufa na atmosfera e, assim, reduzir o seu impacto futuro. A segunda estratégia seria **adaptação**, isto é, incentivar iniciativas com o intuito de aumentar a resiliência ou reduzir a vulnerabilidade dos seres vivos às mudanças climáticas (IPCC 2023). Não obstante os mercados globais virem crescendo em escala para proteger os recursos naturais e o meio ambiente, a **inação** na gestão de recursos globais estratégicos, por exemplo a água, tem mostrado que as forças naturais e humanas moldam a alocação global dos recursos hídricos (Bruno & Jessoe 2023). Ou seja, ameaças ao ambiente global têm sido exageradas e o sistema terrestre não tem robustez para enfrentar as perturbações que vem sofrendo.

Dentre as estratégias acima descritas, existem várias ações possíveis, porém os resultados ainda são insuficientes ou desconhecidos. O **Plano A** (inação) significa manter o *status quo*, ou seja, não promover qualquer alteração no comportamento humano e nos atuais hábitos de consumo. Apesar das incertezas relacionadas aos cenários do clima futuro, a inação representa elevado risco para a sociedade. O enfrentamento tardio poderá significar a ausência de soluções futuras viáveis ou, caso existam, a um custo muito maior.

Opções de mitigação e adaptação são representadas pelo Plano B, cujo objetivo é seguir um novo caminho em prol de segurança alimentar e sustentabilidade da civilização (Brown 2008; Brown 2009). Esta mudança ocorreria através de uma economia de baixa emissão de carbono, utilização de energias renováveis, redução do consumo de recursos naturais, estabilização da população e erradicação da pobreza etc. Outra medida relacionada ao Plano B seria a geoengenharia, que é a utilização de novas tecnologias de engenharia visando neutralizar os danos causados pelo homem através da manipulação de padrões climáticos. Um exemplo seria o espalhamento de pequenas partículas reflexivas na alta

atmosfera superior (aerossóis estratosféricos) para refletir os raios solares antes que alcancem a Terra (Crutzen 2006).

A geoengenharia tem causado dúvidas em sua adoção, em especial por causa do alto custo, mas também por não assegurar a eficiência idealizada e por possibilitar efeitos adversos imprevisíveis (e, eventualmente, irreversíveis), correndo-se o risco de tratar os sintomas ao invés da causa (Kiehl 2006). Mesmo considerando-se algum eventual benefício trazido pelo desenvolvimento de tecnologias em geoengenharia, o princípio de se criar um mecanismo que reverta os danos causados pode ser entendido como um passe livre para se prosseguir nesta espiral potencialmente negligente e irresponsável com o planeta.

Desta forma, considerando que o Plano A conduzirá o planeta ao colapso, devido à manutenção de um sistema socioeconômico e padrões de consumo insustentáveis, e que as propostas do Plano B vêm se desenvolvendo lentamente, com resultados ainda não concretos e evidentes, faz-se necessária uma intervenção imediata para reverter o processo de destruição do sistema terrestre, ou seja, o **Plano C**. Elaborar o Plano C é uma tarefa complexa, tanto pela sua urgência, quanto pela necessidade de reorganização da sociedade como um todo, desde uma mudança nos padrões de produção e consumo até uma reorientação cultural e filosófica.

Partindo dessa premissa, os alunos da turma de 2017 do curso de Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), durante a disciplina “Introdução à Ciência do Sistema Terrestre”, ministrada pelo Prof. Dr. Antônio Donato Nobre, criaram Gaia em Jogo.

Gaia em Jogo é um jogo de tabuleiro, cujo intuito é ampliar na sociedade a discussão e a reflexão sobre alternativas de desenvolvimento humano e ambiental, frente às mudanças ambientais globais, em busca de uma nova relação entre o planeta e os seres humanos. Disto, em 2022, o Pesquisador Dr. Kleber Naccarato vislumbrou o potencial do material para ser aplicado como atividade de extensão do INPE e coordenou projeto de confecção de 200 caixas de tabuleiros de Gaia em Jogo. O jogo de tabuleiro Gaia em Jogo foi lançado na 19ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, em Brasília, DF. Desde então, jogadas vêm sendo aplicadas em diversos eventos de educacionais e de divulgação da ciência.



## OBJETIVO DO JOGO

A intenção principal do jogo é incentivar a reflexão sobre as ações humanas e as consequências diretas envolvidas nas ameaças provenientes das mudanças climáticas globais de maneira lúdica e divertida. O objetivo principal de cada jogador é sobreviver. Para isso, este deverá estrategicamente passar por diversas situações (cartas Plano e Evento) e, quando possível, escolher a alternativa que permita sua permanência no jogo até chegar a seu ponto culminante (centro do tabuleiro), onde sua sobrevivência e a do planeta estarão garantidas e haverá vencedor no jogo.

## METODOLOGIA

### ELEMENTOS DO JOGO E FORMATO DA JOGADA

O **Gaia em Jogo** foi concebido como um jogo de tabuleiro que simula as várias regiões geográficas do planeta e os vários elementos necessários à continuidade da vida humana na Terra (fichas de Água, Alimento, Energia, Ar e Terra). Na presente versão, podem jogar de 01 a 10 pessoas, que recebem seus peões após o sorteio da carta Nacionalidade (Figura 1). Cada jogador recebe o número de fichas de recursos e de Moedas indicado na carta Nacionalidade. As fichas restantes ficam como recursos a serem adquiridos em determinados momentos do jogo.



Figura 1: Exemplo de carta Nacionalidade "isla"






Concomitante ao posicionamento de cada jogador no tabuleiro e da distribuição das fichas de recursos e Moeda, os jogadores também recebem a carta de ordem (de 01 a 10), que determina a sequência de jogada entre os jogadores (o primeiro a jogar corresponde ao menor valor absoluto e assim sucessivamente).


Previamente a sua vez de jogar (antes de lançar o dado para saber o número de casas que poderá avançar) é permitido ao jogador a comercialização de fichas de recursos entre jogadores, sendo que tais recursos só poderão ser comprados ou vendidos por meio de fichas Moeda (é proibida a troca de recursos por recursos). O valor de cada recurso é decidido pelos jogadores que efetuarem a troca. Após o lançamento do dado, o jogador poderá escolher a direção que deseja caminhar (em linha reta e em um mesmo sentido, a depender de sua estratégia para se posicionar em determinada área do tabuleiro). Não é permitido caminhar em ziguezague ou diagonalmente, nem para trás.

Estará eliminado do jogo um ou mais jogadores que esgotarem as fichas de qualquer um dos recursos disponíveis ou for vítima de algum evento fatal do jogo. Vence o jogo aqueles que chegarem à zona de sobrevivência no centro do tabuleiro. O Quadro 1 apresenta a descrição das peças que compõem o jogo e são essenciais para o seu desenvolvimento.

**Quadro 1 – Elementos do jogo e sua descrição**

<b>ELEMENTO</b>	<b>DESCRIÇÃO E FINALIDADE</b>
<b>Tabuleiro</b>	Espaço onde é realizado o jogo. Figura circular estruturada em áreas definidas pela sobreposição de anéis e dividida por setores, cujo centro é a chegada.
<b>Peões</b>	Dez peças de representação e movimentação individual dos jogadores pelo tabuleiro e uma para registrar a “Saúde de Gaia”
<b>Cartas NACIONALIDADE</b>	Definem o ponto de partida de cada jogador no tabuleiro, assim como a quantidade de recursos a ser atribuída individualmente.
<b>SAÚDE DE GAIA</b>	É uma abstração da resiliência do sistema terrestre e sua capacidade de prover recursos. Possui três estados: normal (marcador entre 11 e 30 pontos, alerta (entre 1 e 10 pontos) e colapsado (marcador chega a 0, remove todos os jogadores da partida). Obs: o jogo começa em 20 pontos.

<b>Cartas EVENTO</b>	Descrevem uma situação catastrófica ou benéfica a ser cumprida pelos jogadores. Pode afetar mais de um jogador ao mesmo tempo. É obrigatório o imediato atendimento às consequências previstas na carta.
<b>Cartas PLANO</b>	Descrevem uma situação que apresenta três alternativas para escolha do jogador (A, B ou C), com diferentes consequências em ganho ou perda de fichas de recurso. A alternativa escolhida pelo jogador pode afetar mais de um jogador ao mesmo tempo e a Saúde de Gaia. É obrigatório o imediato atendimento às consequências previstas na carta.
<b>Ficha ÁGUA</b> 	Fichas de cor azul e ícone que representa o recurso “água” no jogo. A quantidade recebida do recurso depende da Nacionalidade. O recurso só pode ser comprado mediante Moeda e não pode ser trocado por fichas deste ou qualquer outro. A Nacionalidade que ficar sem nenhuma ficha do recurso, estará automaticamente fora do jogo, ou seja, não sobreviverá.
<b>Ficha ALIMENTO</b> 	Fichas de cor verde e ícone que representa o recurso “alimento” no jogo. Seguem as mesmas determinações da ficha de água.
<b>Ficha ENERGIA</b> 	Fichas de cor vermelha e ícone que representam o recurso “energia” no jogo. Seguem as mesmas determinações da ficha de água.
<b>Ficha AR</b> 	Fichas de cor amarela que representam o recurso “oxigênio” (ar puro) no jogo. Seguem as mesmas determinações da ficha de água.
<b>Ficha TERRA</b> 	Fichas de cor marrom e ícone que representam o recurso “descarte de resíduos” no jogo. Seguem as mesmas determinações da ficha de água.

<b>Ficha MOEDA</b> 	Fichas de cor cinza que representam a “moeda” (dinheiro) no jogo. A quantia de moedas a ser recebida por cada jogador é determinada pela sua Nacionalidade, no entanto, diferentemente das fichas de recursos, a falta de fichas de moeda não elimina o jogador do jogo.
<b>Dado clássico (cubo de 6 faces)</b>	Usado para sortear o número de casas que os jogadores percorrerão no tabuleiro, a cada jogada.

O tabuleiro está organizado em formato circular e estruturado em cinco diferentes **áreas de recursos** (Água, Alimento, Energia, Ar e Terra), que são definidas pela sobreposição de três anéis concêntricos, de distribuição radial, e cinco setores (Figura 2). Cada setor comporta duas nacionalidades diferentes, totalizando dez posições (ponto de partida de cada jogador). A junção dos três anéis e cinco setores totalizam quinze áreas de recursos, sendo que cada anel possui uma área de recurso de cada tipo. O centro do tabuleiro é zona de sobrevivência, ou seja, o ponto de chegada do jogo.

Como pode ser observado, o **anel externo** cada uma das cinco áreas de recursos é composta individualmente por 36 casas, distribuídas em 06 subanéis e 06 colunas, compostas da seguinte maneira:

- ▣ 06 casas de obtenção de recursos específicos da área (Água, Alimento, Energia, Ar e Terra);
- ▣ 04 casas de perda de recursos, sendo uma casa de cada recurso das outras áreas;
- ▣ 18 casas de Plano, que indica o sorteio e a leitura de uma carta dessa categoria, a escolha de uma das três alternativas (a, b e c) descritas na situação e o atendimento às consequências previstas;
- ▣ 08 casas de Evento, que indica o sorteio e a leitura de uma carta dessa categoria e o atendimento às consequências previstas na situação descrita.

No **anel intermediário**, cada uma das cinco áreas de recursos é composta individualmente por 18 casas, distribuídas em 06 subanéis e 03 colunas, onde há:

- ▣ 04 casas de obtenção de recursos específicos da área;
- ▣ 04 casas de perda de recursos, sendo uma casa de cada recurso das outras áreas;

☐ 05 casas de Plano;

☐ 05 casas de Evento.

No **anel interno**, cada uma das cinco áreas de recursos é composta individualmente por 8 casas, distribuídas em 04 subanéis com 02 colunas e 1 casa próxima à chegada, onde se encontram:

☐ 02 casas de obtenção de recursos específicos da área;

☐ 04 casas de perda de recursos, sendo uma casa de cada recurso das outras áreas;

☐ 01 casa de Plano;

☐ 01 casa de Evento.

Uma última casa Plano, isolada, está localizada no limite deste anel e o centro do tabuleiro, próxima à chegada.

No centro do tabuleiro está escrita cinco vezes a palavra “Evento”, determinando a obrigatoriedade de ser retirada uma última carta Evento, antes do jogador se dar por sobrevivente no jogo.

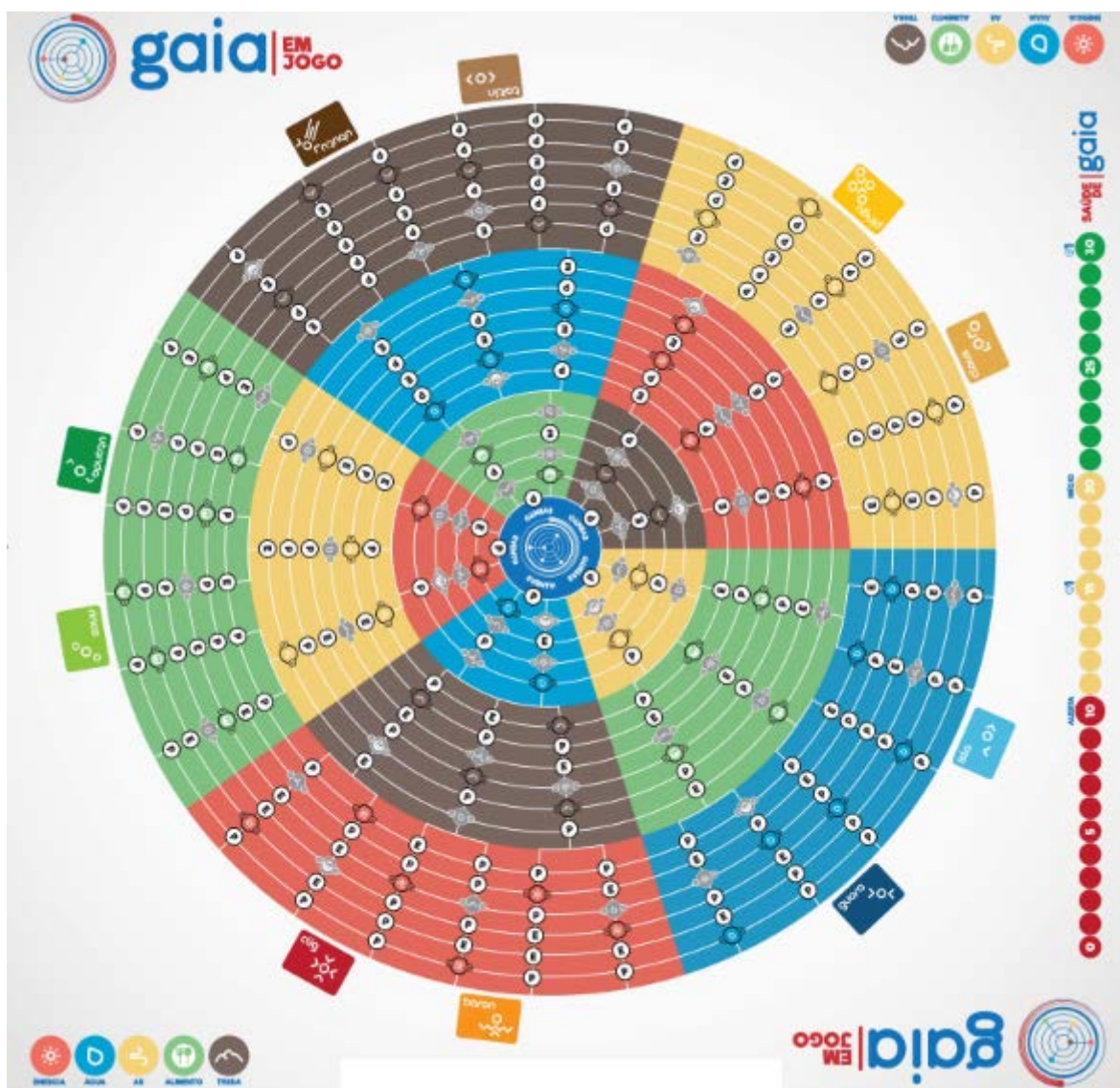


Figura 2: Tabuleiro do Gaia em Jogo

As **casas de movimentação** dos jogadores possuem diferentes ocorrências atreladas a cada uma delas, que são distribuídas de forma aleatória. Existem 4 tipos de casas, que demandam distintas ações, como segue:

- 1) Casa de ganho de recurso: o jogador **ganha** uma ficha de um dos recursos (Água, Ar, Alimento, Energia ou Terra), devidamente identificado pelo sinal "+", pela respectiva cor e ícone do recurso na casa;
- 2) Casa de perda de recurso: o jogador **perde** uma ficha de um dos recursos (Água, Ar, Alimento, Energia ou Terra), devidamente identificado pelo sinal "-", cor cinza e ícone do recurso na casa;
- 3) Casa "P": **PLANO**, o jogador retira uma carta de Plano do baralho;
- 4) Casa "E": **EVENTO**, o jogador retira uma carta de Evento do baralho.

As cartas de Plano (Figura 3) e de Evento (Figura 4), em cor cinza, são seleccionadas sempre que um jogador entra numa destas casas no tabuleiro.



Figura 3: Exemplo de carta Plano



Figura 4: Exemplo de carta Evento

Na carta Plano, o jogador seleciona uma das três alternativas (“a”, “b”, ou “c”). Na carta Evento, é exigido o atendimento imediato ao descrito na carta, que pode ser positivo ou negativo. Por fim, cabe informar que tais consequências também trazem impacto positivo ou negativo na Saúde de Gaia (Figura 5) e, sendo atingido o limite da resiliência (11 pontos, na cor amarela) e adentrando na condição de alerta (10-0 pontos, em vermelho), o baralho



de cartas Plano e Evento deve ser trocado para o baralho vermelho, onde nas cartas Evento as situações apresentadas se tornam mais drásticas para o Sistema Terrestre e as decisões mais restritas e exigentes nas cartas Plano (Figura 6).



Figura 5: Painel indicador da “Saúde de Gaia”



Figura 6: cartas Plano e Evento usadas quando a Saúde de Gaia ultrapassa adentra a situação de alerta

## O TABULEIRO GAIA EM JOGO NA APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS

A confecção do tabuleiro permitiu a aplicação de jogadas em diferentes eventos, após seu lançamento na 19ª SNCT, em 2022 (Quadro 2). Trata-se de um poderoso instrumento de divulgação científica onde, através da estratégia de Aprendizagem Baseada em Jogos, jovens e adultos (público-alvo - +14 anos) e até mesmo crianças puderam compreender o impacto das mudanças ambientais globais no planeta e na vida dos seres terrestres.

Quadro 2: Eventos onde foi divulgado e aplicadas jogadas de Gaia em Jogo

Evento	Data	Local	Público Participante
Seminários da Pós-Graduação em Ciência do Sistema Terrestre	15 de agosto de 2017	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) - São José dos Campos/SP	Alunos de pós-graduação e pesquisadores
VI Simpósio da Pós-Graduação em Ciência do Sistema Terrestre (VI SPGCST)	30 a 31 de outubro de 2017	CCST - INPE - São José dos Campos/SP	Alunos de pós-graduação e pesquisadores



Seminário no Programa de Pós-graduação do Instituto de Biologia da Unicamp	27 de março de 2018	Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)/SP	Alunos de pós-graduação
70ª Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC)	22 a 28 de julho de 2018	Universidade Federal de Alagoas – Maceió	Estudantes de ensino médio acima, professores e visitantes diversos
71ª Reunião da SBPC	21 a 27 de julho de 2019	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Campo Grande	Estudantes de ensino médio acima, professores e visitantes diversos
Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) 2018	17 e 18 de outubro de 2018	Escolas de Ensino Médio de São José dos Campos/SP	Alunos do Ensino Médio
SNCT 2019	22 e 26 de outubro de 2019	Escolas de Ensino Médio de Jacareí - SP e INPE - São José dos Campos/SP	Alunos do Ensino Médio e visitantes no INPE Portas Abertas
Science Days Brazil, evento de ciência e tecnologia do instituto Alpha Lumen	5 de abril de 2019	Pq de Exposições do Parque da Cidade. São José dos Campos/SP	Estudantes do Ensino Fundamental e Médio
IX Simpósio da Pós-Graduação em Ciência do Sistema Terrestre (XI SPGCST)	8 a 11 de dezembro de 2020	Evento online	Alunos de pós-graduação
Aula inaugural da PGCST	18 de março de 2021	Evento online	Alunos de pós-graduação
19ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia – SNCT. Lançamento do Tabuleiro GaiaEmJogo	1 a 3 de dezembro de 2022	Pavilhão de Exposições do Pq da Cidade. Brasília/DF	Alunos de Ensino Fundamental II e Médio, professores, público em geral
Science Days Brazil, evento de ciência e tecnologia do Instituto Alpha Lumen	16 e 17 de março de 2023	Pq de Exposições do Parque da Cidade. São José dos Campos/SP	Estudantes do Ensino Médio
Reunião com a diretoria do INPE para aplicação de jogada e apresentação do jogo.	5 de abril de 2023	INPE São José dos Campos SP	Diretor e Vice-Diretora do INPE e convidados
Encontro de Jovens Cientistas CPTEC/INPE	23 de maio de 2023	CPTEC/INPE - Cachoeira Paulista	Estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental
INPE Portas Abertas - Abertura da 20ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia – SNCT.	14 de outubro de 2023	INPE São José dos Campos SP	Público em geral

20ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia – SNCT. Exposição do Tabuleiro GaiaEmJogo	16 à 20 de outubro de 2023	Centro de Convenções Ulisses Guimarães. Brasília/DF	Estudantes, público em geral
20ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia – SNCT. Entrega de exemplares do tabuleiro GaiaEmJogo para autoridade	18 de outubro de 2023	Centro de Convenções Ulisses Guimarães. Brasília/DF - stand do INPE	Presidente do CNPQ Sr. Ricardo M.O. Galvão
20ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia – SNCT. Entrega de exemplares do tabuleiro Gaia Em Jogo para autoridades	19 de outubro de 2023	Centro de Convenções Ulisses Guimarães. Brasília/DF - stand do INPE	Primeira dama da República, a Sra. “Janja” Rosângela Lula da Silva, Ministra da Ciência, Tecnologia e Inovação, Sra. Luciana B. O. Santos e Secretário de Ciência e Tecnologia do Ceará Sr. Inácio F. A. N. Arruda
XI Simpósio da Pós-Graduação em Ciência do Sistema Terrestre (XI SPGCST)	21 a 23 de novembro de 2023	INPE São José dos Campos SP	Alunos de pós-graduação
Encontro de Jovens Cientistas CPTEC/INPE	06 de abril de 2024	CPTEC/INPE - Cachoeira Paulista	Estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental
Evento do Projeto Divulga Técnico (CRT-SP)	20 de abril de 2024	CEDEMP – Centro de Educação Empreendedora – São José dos Campos	Estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental e Ensino Médio

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças climáticas globais têm potencial de causar efeitos deletérios no planeta Terra, com severas consequências sobre as condições da vida. Conscientizar a sociedade acerca do tema é importante para a manutenção da vida conforme a conhecemos e a sobrevivência de nossa espécie. Refletir sobre a relação entre humanidade e planeta Terra, os hábitos das diferentes regiões e culturas, e as práticas no uso de recursos seria o primeiro passo para a mudança. Gaia em Jogo traz uma atividade lúdica e divertida de incentivo à reflexão sobre as ações humanas e as consequências diretas das mudanças climáticas globais.

Sobreviver por meio do gerenciamento dos recursos essenciais à vida - água, alimento, energia, ar e terra – é o objetivo. A experiência atual dos autores em relação à jogabilidade de Gaia em Jogo mostra que cada participante precisa tomar decisões sobre os caminhos a percorrer e as práticas a adotar nas diversas situações apresentadas a ele durante o jogo,

além de sofrer as consequências de decisões de outros participantes. A dualidade existente entre colaboração e competição entre os participantes pode ser determinante na sobrevivência.

Como os jogadores enfrentam situações de decisão e experimentam suas consequências diretas e indiretas, o jogo estimula a reflexão individual sobre as ações que conduziram ao sucesso ou fracasso na busca por sobrevivência. A análise coletiva entre os jogadores traz ao debate questões presentes nas práticas cotidianas da nossa sociedade e auxilia na construção de opinião e senso crítico. O jogo, através da estratégia de Aprendizagem Baseada em Jogos, propõe a educação sobre as mudanças climáticas ambientais globais, na formação de estudantes de ensino médio.

O jogo está em constante aprimoramento. A evolução faz parte da lógica do jogo, que apresenta situações reais e problemas latentes na sociedade e, por isso, pode sofrer contínua adição e substituição de cartas de Evento e Plano. Como forma de análise científica da dinâmica do jogo são previstas atividades de modelagem e avaliação do método. Na modelagem do jogo, serão simuladas as alternativas de percurso e situações a serem enfrentadas pelos jogadores com a intenção de mapear as possíveis combinações e, a partir da análise, alterar o desenho e seus elementos de forma a enriquecer a experiência do jogo. A avaliação do método prevê o registro de ações dos jogadores reais para identificar tipos de comportamentos em relação ao gerenciamento de fichas de recursos, disposição para enfrentar os riscos oferecidos pelo jogo, postura de colaboração ou competição, tomada de decisões de acordo com a disponibilidade de recursos e distância para vencer o jogo, entre outras análises a serem identificadas. Em perspectivas futuras, o jogo precisa ser desenvolvido em versão digital *online*, ganhar novos tabuleiros traduzidos para outros idiomas, assim como ter reduzida a complexidade do conteúdo dos textos, para atingir o público infantil, faixa etária urgente de ser educada sobre mudanças ambientais globais da Terra.

## **AGRADECIMENTOS**

O jogo foi proposto como trabalho de conclusão de curso pelos alunos da turma 2017 da disciplina “Introdução à Ciência do Sistema Terrestre”, ministrada pelo Prof. Dr. Antônio Donato Nobre, do curso de Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os autores agradecem ao apoio financeiro da

Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) no desenvolvimento do doutorado. Agradecimento especial ao Dr. Kleber Naccarato que reconheceu o potencial educacional sobre mudanças climáticas através da Aprendizagem Baseada em Jogos e viabilizou a produção de caixas de tabuleiro com recursos da Pró-Reitoria de Extensão (PROEX), perpetrando Gaia em Jogo para divulgação da ciência para toda a sociedade.

## REFERÊNCIAS

- Brown, Lester R. 2008. *PLAN B 3.0: Mobilizing to Save Civilization*. Forum American Bar Association.
- . 2009. *PLAN B 4.0, Mobilizing to Save Civilization*. Mobilizing to Save Civilization.
- Bruno, E.M., Jessoe, K. 2024 Designing water markets for climate change adaptation. *Nat. Clim. Chang.* 14, 331–339. doi.org/10.1038/s41558-024-01964-w.
- Crutzen, Paul J. 2006. “Albedo Enhancement by Stratospheric Sulfur Injections: A Contribution to Resolve a Policy Dilemma?” *Climatic Change* 77 (3–4): 211–19. doi:10.1007/s10584-006-9101-y.
- IPCC, 2023: Sections. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.
- Kiehl, Jeffrey T. 2006. “Geoengineering Climate Change: Treating the Symptom over the Cause? An Editorial Comment.” *Climatic Change* 77 (3–4): 227–28. doi:10.1007/s10584-006-9132-4.
- Rockstrom, Johan, Will Steffen, Kevin Noone, Asa Persson, F. Stuart Chapin, Eric Lambin, Timothy M. Lenton, et al. 2009. “Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity.” *Ecology and Society* 14 (2). doi:10.5751/ES-03180-140232.
- Steffen, W., K. Richardson, J. Rockstrom, S. E. Cornell, I. Fetzer, E. M. Bennett, R. Biggs, et al. 2015. “Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet.” *Science*. doi:10.1126/science.1259855.
- Stern, N. 2006. “Stern Review: The Economics of Climate Change.” *Stern Review*. doi:10.1257/aer.98.2.1.