

GEA – Genes e Ambientes



Benn Richard Alle¹, Fabiana Antunes de Andrade², Iris Hass¹, Lupe Furtado Alle¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Genética, Departamento de Genética, Centro Politécnico, Universidade Federal do Paraná, Curitiba

² Departamento de Medicina Interna, Universidade Federal do Paraná, Curitiba

Autor para correspondência: bennalle@gmail.com

Palavras-chave: jogo, efeito da seleção natural, interação fenótipo, genótipo e meio ambiente

O GEA (Genes e Ambientes) é um jogo que mostra, de forma lúdica e visual, o efeito da seleção natural em uma ou mais populações de um mamífero hipotético, por meio de simulações da interação entre genótipos, fenótipos e o meio ambiente.



O GEA - Genes e Ambientes, numa linguagem atualizada, é um recurso didático para auxiliar na superação de possíveis dificuldades de abstração tão necessária para a discussão e assimilação de conceitos de Genética e Evolução. É indicado para o ensino médio e cursos de graduação das áreas biológicas e de saúde. A maleabilidade de uso do jogo permite que a atividade seja executada em um tempo que pode variar de 30 minutos a algumas horas, dependendo do tamanho da turma, forma de utilização e profundidade das questões levantadas, permitindo, desta forma, que o professor adapte a atividade ao tempo disponível e ao nível de conhecimento prévio e desejado. Sendo um recurso didático, oferece uma estratégia que integra teoria e prática, proporcionando mais solidez ao conhecimento.

A atividade proposta trabalha conceitos de Genética e Evolução, tendo como objetivo promover a discussão e reforçar a compreensão de termos importantes da Genética, tais como: gene; alelo; genótipo; fenótipo; homocigose; heterocigose; interações alélicas como a dominância, recessividade e codominância; interações não alélicas; seleção natural e mutação. O GEA mostra, de forma lúdica e visual, o efeito da seleção natural em uma ou mais populações de um mamífero hipotético, por meio de simulações da interação entre genótipos, fenótipos e o meio ambiente, facilitando a compreensão do fator evolutivo, e seu papel na evolução dos organismos.

DINÂMICA DO JOGO

1- Duas “Carta Gene” devem ser sorteadas para cada um dos 13 genes de uma espécie hipotética, diplóide. Cada carta representa um alelo. Da combinação dos dois alelos, será formado um genótipo (que pode ser homocigoto ou heterocigoto) que corresponderá a um determinado fenótipo. O fenótipo dependerá da interação entre os alelos. Uma vez formados os genótipos para os 13 genes, são sorteadas as 10 “Carta Ambiente” e a interação das características fenotípicas com as características ambientais sorteadas passa a ser conhecida. A dinâmica do jogo permite

a interação dos genótipos entre si e dos respectivos fenótipos com uma ou mais características ambientais.

- 2- Após esta etapa, cada equipe de participantes escolhe um número de um a seis e lança um dado. Quando o número escolhido for igual ao sorteado no dado, o participante ganha o direito a uma “Mutação Coringa”, definindo o genótipo final e a sobrevivência ou não do organismo hipotético.
- 3- A quantidade de “Carta Ambiente” (dez) e, de genes (13), são diferentes intencionalmente, pois alguns genótipos interagem entre si e os fenótipos resultantes interagem com uma mesma característica do ambiente. De modo geral, o GEA possibilita demonstrar e discutir temas, tais como:
 - a)- nem toda característica dominante   a melhor para determinado ambiente;
 - b)- ter uma suscetibilidade nem sempre inviabiliza a sobrevivência;
 - c)- a combina o de fenótipos pode propiciar a sobrevivência quando apenas um deles não permitir; a raridade de ocorrência de uma muta o;
 - d)- probabilidade estatística.
- 4- No decorrer da partida, os participantes fazem anota es em uma “Ficha de Anota es”, respondem a uma questão e desenvolvem uma imagem representativa (Avatar) do que imaginam ser a espécie e seu ambiente.

DESCRI O DO MATERIAL

O jogo   constituído por:

- ◆ 1 dado
- ◆ “Fichas de Anota es”
- ◆ 24 caixas contendo cartas divididas em três grupos:
 - um grupo chamado “Genes”, com 13 caixas identificadas por letras, do Gene A ao Gene M;
 - um grupo com apenas uma caixa identificada como “Muta o Coringa”;



- um grupo denominado “Ambiente”, com 10 caixas, contendo cartas com as características dos Ambientes, identificadas por números de Ambiente 01 a Ambiente 10.

Cada equipe de participantes, formada por um ou mais estudantes, funciona como uma entidade (veja as regras para a definição de entidades). As entidades podem ser agrupadas para distribuição das características ambientais, constituindo um grupo (veja as regras para a definição de grupos de ambiente). Os conjuntos de cartas devem ser proporcionais à quantidade de entidades e grupos (veja regras para número de participantes).

“**Carta Gene**” - cada um dos 12 genes nomeados por letras de A a L possuem 4 cartas e o Gene M possui 6, num total de 54 cartas. O conjunto completo de “Carta Gene” é formado por 54 cartas, multiplicadas pela quantidade de entidades participantes. Serão entregues dois alelos (cada carta representa um alelo) de cada um dos 13 genes, desta forma, cada entidade receberá um total de 26 cartas de alelos durante a partida.

“**Carta Ambiente**” - são 10 caixas com conjuntos de cartas de características do ambiente, numeradas de 01 a 10. A quantidade de conjuntos de “Carta Ambiente” varia conforme a forma de distribuição das entidades no ambiente, ou seja, conforme a quantidade de grupos de ambiente. As entidades são distribuídas em grupos de ambiente de 1 a n entidades. O material terá duas cartas por ambiente, com exceção do Ambiente 5 que possui três cartas. O conjunto das 21 cartas do ambiente deve ser multiplicado pela quantidade de grupos de ambientes. No decorrer da partida, cada grupo vai receber 10 “Carta Ambiente”.

Mutação Coringa - São quatro cartas “Mutação Coringa” multiplicado pela quantidade de entidades, duas com “Mutação Sinônima” e duas com “Mutação Não Sinônima”.

Ficha de Anotações - Uma “Ficha de Anotações” por participante (uma entidade pode

possuir mais de um participante e cada um recebe uma “Ficha de Anotações”)

MONTAGEM DO MATERIAL

O professor define em quantas entidades vai dividir a turma e prepara o material para esta quantidade. Quanto mais entidades, mais interessante fica a partida, porém o tamanho do jogo e o tempo da partida aumentam proporcionalmente.

Este material deve ser impresso em quantidade proporcional ao número de entidades que participarão do jogo. Uma vez confeccionado para um número maior de entidades, pode ser utilizado em uma partida com um número menor de entidades sem afetar o desenrolar do jogo.

Os componentes do jogo devem ser impressos, recortados e colados conforme as instruções abaixo:

- ♦ “Carta Gene” (anexos 1 e 2) – são 13 genes, num total de 54 cartas por entidade que joga;
- ♦ “Carta Ambiente” (anexos 3 e 4) – são 10 ambientes, num total de 21 cartas (9 com 2 variações e 1 com 3 variações) por grupo de ambiente;
- ♦ “Carta Mutação” coringa (anexo 5) – 4 cartas por entidade participante;
- ♦ Caixas (anexo 5) – em número compatível com as cartas que foram impressas. O anexo 5 inclui esquemas de montagem de caixas para os 24 conjuntos de cartas, que podem ser impressas e montadas para armazenar as cartas organizadamente;
- ♦ Ficha de Anotações (anexo 6) – uma por participante do jogo;
- ♦ Regras do Jogo (anexo 7) – uma por entidade ou de grupos de ambiente.

Aconselhamos a impressão em papel branco tamanho A4 com gramatura de 180 g/m² para as cartas e caixas; as Fichas de Anotações podem ser impressas em um papel mais fino (75 g/m²).

As cartas possuem verso, e devem ser impressas na outra face das folhas, onde foram



impressas a frente das cartas, mantendo a sequência de impressão, para que o verso da carta seja coerente com o conteúdo impresso na frente. Uma alternativa é imprimir em folhas diferentes, colar uma na outra e, depois, cortá-las.

Após a impressão, as cartas devem ser recortadas, preferencialmente com régua e estilete e, em seguida, o acabamento dos cantos (arredondamento) pode ser feito com tesoura.

As caixas disponíveis para a impressão podem ser substituídas por outras caixas disponíveis para o armazenamento, bastando identificá-las, ou substituí-las por elásticos para prender as cartas agrupadas.

O material está apresentado em versão colorida para facilitar a distribuição e a organização das cartas, bem como para tornar o jogo mais atrativo, porém não é obrigatória a impressão colorida pois ela não interfere na dinâmica do jogo.

REGRAS DO JOGO

1 - Número de Participantes

Não existe um número fixo de participantes, o que determina este número são as quantidades de cópias do material fornecido e a forma de agrupamento dos participantes.

Os participantes são agrupados em entidades e estas, agrupadas. É necessária uma cópia do material dos genes e da mutação coringa por entidade e uma cópia do material do Ambiente por grupo de entidades. Cada participante receberá uma “Ficha de Anotação”.

2 - Definição das Entidades

O professor será o coordenador da partida dividindo a turma em entidades. A quantidade de entidades depende da quantidade de conjuntos de cartas dos genes que foram confeccionadas. São necessárias 58 cartas entre genes e Mutação Coringa por entidade.

3 - Definição dos Grupos do Ambiente

Definir como as entidades serão distribuídas nos Ambientes. Pode-se definir que todas as entidades serão colocadas no mesmo ambiente, mostrando que genótipos diferentes

têm uma adaptação diferente no mesmo ambiente ou separar as entidades em grupos para ambientes distintos. São necessárias 21 cartas de Ambiente por grupo de entidades

4 - Distribuição das Fichas de Anotações

Cada participante deve receber uma “Ficha de Anotações”. Os alunos podem estar dispostos em círculos agrupados por entidade. Não são necessárias mesas, basta que os participantes tenham espaço e um apoio para preencherem a “Ficha de Anotações”. Uma prancheta pode facilitar no processo de anotação das informações e na elaboração do “Avatar”.

5 - Distribuição dos Alelos

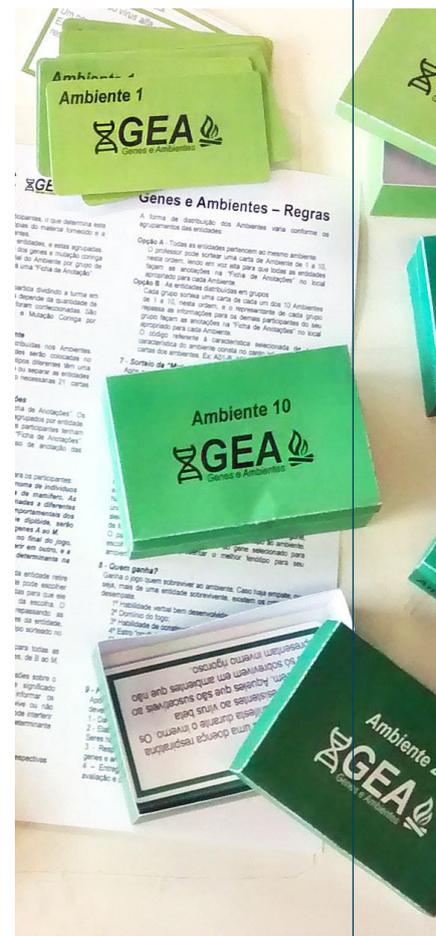
O professor repassa a seguinte informação para os participantes:

“A função do jogo é a formação do genoma de indivíduos da espécie GEA, uma espécie fictícia de mamífero. As características genéticas estão relacionadas a diferentes atributos fisiológicos, anatômicos e comportamentais dos indivíduos. Sendo a GEA uma espécie diplóide, serão sorteados dois alelos para cada um dos genes A ao M.

Só serão conhecidos os sobreviventes no final do jogo, pois o fenótipo de um Gene pode interferir em outro, e a interação com o ambiente é que será determinante na sobrevivência.”

O professor permite que um participante de cada entidade retire duas cartas da caixa do Gene A. O participante pode escolher qualquer carta da caixa, mas com as cartas viradas para que ele não possa ler o conteúdo das mesmas antes da escolha. O participante manterá as cartas na entidade repassando as informações dos alelos para os demais integrantes da entidade, para que preencha a “Ficha de Anotações” o genótipo sorteado no campo apropriado. Ex.: aA, BB, Cc, ... Terminada a distribuição dos alelos do Gene A para todas as entidades, repete-se o processo para todos os Genes, de B ao M, nesta ordem.

Durante este sorteio o professor pode trazer discussões sobre o significado de cada fenó-



tipo, interação alélica e significado evolutivo de cada característica. É importante informar os participantes de que só saberão que a espécie sobrevive ou não apenas no final do jogo, pois o fenótipo de um Gene pode interferir em outro, e a interação com o ambiente é que será determinante na sobrevivência.

6 - Distribuição dos Ambientes

Após as distribuições dos alelos de todos os Genes e respectivas anotações, começa a distribuição dos ambientes.

A forma de distribuição dos Ambientes varia conforme os agrupamentos das entidades:

Opção A - Todas as entidades pertencem ao mesmo ambiente

O professor pode sortear uma carta de Ambiente de 1 a 10, nesta ordem, lendo em voz alta para que todas as entidades façam as anotações na “Ficha de Anotações” no local apropriado para cada Ambiente.

Opção B - As entidades distribuídas em grupos

Cada grupo sorteia uma carta de cada um dos 10 Ambientes de 1 a 10, nesta ordem, e o representante de cada grupo repassa as informações para os demais participantes do seu grupo façam as anotações na “Ficha de Anotações” no local apropriado para cada Ambiente.

O código referente à característica selecionada de cada característica do ambiente consta no canto inferior direito das cartas dos ambientes. Ex: A01-B, A02-A, A03-B.

7 - Sorteio da “Mutação Coringa”

Após o sorteio de todos os ambientes, será o momento de jogar com a sorte, esperando ser agraciado com uma “Mutação Coringa”.

Para mostrar a aleatoriedade da mutação, cada entidade escolhe um número aleatório de 1 a 6, joga um dado e, caso acerte o número sorteado, ganha o direito a uma carta aleatória da “Mutação Coringa”.   importante que a carta volte   caixa de origem depois deste sorteio, para que mantenha sua probabilidade entre as opções de mutação. Esta ro-

da acontece apenas uma vez por entidade.

As cartas possuem duas opções, uma com “Mutação Sinônima” e, uma, com “Mutação Não Sinônima”, para se trabalhar a questão que nem toda mutação resulta em uma altera o fenotípica. Caso a entidade sorteie a carta “Mutação Sinônima”, o genótipo da entidade permanece como está. Caso tenha sorteado a “Mutação Não Sinônima”, a entidade pode escolher apenas um alelo de um único gene entre Gene A e Gene M para ser alterado para outro alelo do mesmo gene, para tentar alterar o fenótipo de um gene, de forma a incrementar a adapta o do seu fenótipo ao ambiente. O participante pode virar as cartas do gene selecionado para escolher a que apresentará o melhor fenótipo para seu ambiente.

8 - Quem ganha?

Ganha(m) o jogo a(s) entidade(s) que sobreviver(em) ao ambiente.

9 - Finaliza o da Partida

Após a verifica o de sobrevivência, todos os participantes deverão terminar de preencher a “Ficha de Anotações”:

- 1- Dados dos genes e ambientes.
- 2- Elaborar uma representa o gráfica (chamada de “Avatar”) dos Seres hipotéticos em seu respectivo ambiente.
- 3- Responder a questão: “Quais as rela oes existentes entre genes e ambientes?”
- 4- Entregar a “Ficha de Anotações” para o professor, para avalia o e comprova o de participa o na prática.

ANEXOS

Anexo 1 – “Carta Gene” frente

Anexo 2 – “Carta Gene” verso

Anexo 3 – “Carta Ambiente” frente

Anexo 4 – “Carta Ambiente” verso

Anexo 5 – Caixas

Anexo 6 – Ficha de Anotações

Anexo 7 – Regras do jogo



Gene *A*: relacionado à resistência ou à suscetibilidade ao vírus alfa. Possui os alelos *A* e *a*.

Alelo *A*: resistência ao vírus alfa.

Gene *A*: relacionado à resistência ou à suscetibilidade ao vírus alfa. Possui os alelos *A* e *a*.

Alelo *A*: resistência ao vírus alfa.

Gene *B*: relacionado à resistência ou à suscetibilidade ao vírus beta. Possui os alelos *B* e *b*.

Alelo *B*: suscetibilidade ao vírus beta.

Gene *B*: relacionado à resistência ou à suscetibilidade ao vírus beta. Possui os alelos *B* e *b*.

Alelo *B*: suscetibilidade ao vírus beta.

Gene *C*: relacionado ao tempo de cuidado parental. Possui os alelos semidominantes *C1* e *C2*.

Heterozigotos têm cuidado parental curto. Alelo *C1*: cuidado parental prolongado.

Gene *C*: relacionado ao tempo de cuidado parental. Possui os alelos semidominantes *C1* e *C2*.

Heterozigotos têm cuidado parental curto. Alelo *C1*: cuidado parental prolongado.

Gene *D*: relacionado à capacidade associativa, à habilidade de manipulação e construção de ferramentas. Possui os alelos *D* e *d*.

Alelo *D*: capacidade de construir ferramentas.

Gene *D*: relacionado à capacidade associativa, à habilidade de manipulação e construção de ferramentas. Possui os alelos *D* e *d*.

Alelo *D*: capacidade de construir ferramentas.

Gene *E*: relacionado à capacidade de suporte de variações térmicas. Possui os alelos *E* e *e*.

Alelo *E*: suporta temperaturas maiores que 10°C e menores que 45°C.

Gene *E*: relacionado à capacidade de suporte de variações térmicas. Possui os alelos *E* e *e*.

Alelo *E*: suporta temperaturas maiores que 10°C e menores que 45°C.

Gene *A*: relacionado à resistência ou à suscetibilidade ao vírus alfa.
Possui os alelos *A* e *a*.

Alelo *a*: suscetibilidade ao vírus alfa.

Gene *A*: relacionado à resistência ou à suscetibilidade ao vírus alfa.
Possui os alelos *A* e *a*.

Alelo *a*: suscetibilidade ao vírus alfa.

Gene *B*: relacionado à resistência ou à suscetibilidade ao vírus beta. Possui os alelos *B* e *b*.

Alelo *b*: resistência ao vírus beta.

Gene *B*: relacionado à resistência ou à suscetibilidade ao vírus beta. Possui os alelos *B* e *b*.

Alelo *b*: resistência ao vírus beta.

Gene *C*: relacionado ao tempo de cuidado parental. Possui os alelos semidominantes *C1* e *C2*.

Heterozigotos têm cuidado parental curto.
Alelo *C2*: sem cuidado parental.

Gene *C*: relacionado ao tempo de cuidado parental. Possui os alelos semidominantes *C1* e *C2*.

Heterozigotos têm cuidado parental curto.
Alelo *C2*: sem cuidado parental.

Gene *D*: relacionado à capacidade associativa, à habilidade de manipulação e construção de ferramentas. Possui os alelos *D* e *d*.

Alelo *d*: capacidade de utilizar “paus e pedras” como ferramentas.

Gene *D*: relacionado à capacidade associativa, à habilidade de manipulação e construção de ferramentas. Possui os alelos *D* e *d*.

Alelo *d*: capacidade de utilizar “paus e pedras” como ferramentas.

Gene *E*: relacionado à capacidade de suporte de variações térmicas. Possui os alelos *E* e *e*.

Alelo *e*: suporta temperaturas maiores que -15°C e menores que 45°C .

Gene *E*: relacionado à capacidade de suporte de variações térmicas. Possui os alelos *E* e *e*.

Alelo *e*: suporta temperaturas maiores que -15°C e menores que 45°C .

Gene *F*: relacionado à capacidade associativa e à habilidade de produção de fogo. Possui os alelos *F* e *f*.

Alelo *F*: domínio do fogo. Sobrevivem em Tm de até -15°C e com cuidado parental curto, pois o fogo afugenta os predadores.

Gene *F*: relacionado à capacidade associativa e à habilidade de produção de fogo. Possui os alelos *F* e *f*.

Alelo *F*: domínio do fogo. Sobrevivem em Tm de até -15°C e com cuidado parental curto, pois o fogo afugenta os predadores.

Gene *G*: Relacionado à produção da lactase, enzima que digere a lactose, na idade adulta. Possui os alelos *G* e *g*.

Alelo *G*: incapacidade de digerir leite na idade adulta.

Gene *G*: Relacionado à produção da lactase, enzima que digere a lactose, na idade adulta. Possui os alelos *G* e *g*.

Alelo *G*: incapacidade de digerir leite na idade adulta.

Gene *H*: Relacionado ao período fértil e à receptividade sexual das fêmeas. Possui os alelos *H* e *h*.

Alelo *H*: fêmeas com estro (cio) "oculto". Receptivas sexualmente durante o ano inteiro.

Gene *H*: Relacionado ao período fértil e à receptividade sexual das fêmeas. Possui os alelos *H* e *h*.

Alelo *H*: fêmeas com estro (cio) "oculto". Receptivas sexualmente durante o ano inteiro.

Gene *I*: Relacionado com a coloração da pelagem, podendo ela ser preta ou bege. Possui os alelos *I* e *i*.

Alelo *I*- Coloração escura, pelagem preta.

Gene *I*: Relacionado com a coloração da pelagem, podendo ela ser preta ou bege. Possui os alelos *I* e *i*.

Alelo *I*- Coloração escura, pelagem preta.

Gene *J*: Relacionado com a estatura dos indivíduos que podem medir cerca de 1,70m; 1,20m ou 0,5m. Possui os alelos semidominantes *J1* e *J2*.

Alelo *J1*- Indivíduos de porte pequeno. Medem cerca de 0,5m.

Gene *J*: Relacionado com a estatura dos indivíduos que podem medir cerca de 1,70m; 1,20m ou 0,5m. Possui os alelos semidominantes *J1* e *J2*.

Alelo *J1*- Indivíduos de porte pequeno. Medem cerca de 0,5m.

Gene *F*: relacionado à capacidade associativa e à habilidade de produção de fogo. Possui os alelos *F* e *f*.

Alelo *f*: incapacidade de dominar o fogo.

Gene *F*: relacionado à capacidade associativa e à habilidade de produção de fogo. Possui os alelos *F* e *f*.

Alelo *f*: incapacidade de dominar o fogo.

Gene *G*: Relacionado à produção da lactase, enzima que digere a lactose, na idade adulta. Possui os alelos *G* e *g*.

Alelo *g*: capacidade de digerir leite na idade adulta.

Gene *G*: Relacionado à produção da lactase, enzima que digere a lactose, na idade adulta. Possui os alelos *G* e *g*.

Alelo *g*: capacidade de digerir leite na idade adulta.

Gene *H*: Relacionado ao período fértil e à receptividade sexual das fêmeas. Possui os alelos *H* e *h*.

Alelo *h*: fêmeas com estro (cio)semestral. Sexualmente receptivas somente durante o estro.

Gene *H*: Relacionado ao período fértil e à receptividade sexual das fêmeas. Possui os alelos *H* e *h*.

Alelo *h*: fêmeas com estro (cio)semestral. Sexualmente receptivas somente durante o estro.

Gene *I*: Relacionado com a coloração da pelagem, podendo ela ser preta ou bege. Possui os alelos *I* e *i*.

Alelo *i*: Coloração clara, pelagem bege.

Gene *I*: Relacionado com a coloração da pelagem, podendo ela ser preta ou bege. Possui os alelos *I* e *i*.

Alelo *i*: Coloração clara, pelagem bege.

Gene *J*: Relacionado com a estatura dos indivíduos que podem medir cerca de 1,70m; 1,20m ou 0,5m. Possui os alelos semidominantes *J1* e *J2*.

Alelo *J2*: Indivíduos de porte grande. Medem cerca de 1,70m.

Gene *J*: Relacionado com a estatura dos indivíduos que podem medir cerca de 1,70m; 1,20m ou 0,5m. Possui os alelos semidominantes *J1* e *J2*.

Alelo *J2*: Indivíduos de porte grande. Medem cerca de 1,70m.

Gene K: Relacionado com a capacidade sedutora do macho. Possui os alelos K e k.

Alelo K- Macho do tipo “pouco encantador”.

Gene K: Relacionado com a capacidade sedutora do macho. Possui os alelos K e k.

Alelo K- Macho do tipo “pouco encantador”.

Gene L: Relacionado com o tamanho dos testículos.
Possui os alelos L e l.

Alelo L- Testículos pequenos.

Gene L: Relacionado com o tamanho dos testículos.
Possui os alelos L e l.

Alelo L- Testículos pequenos.

Gene M: Relacionado com a cooperação e linguagem. Sistema Multi-alélico. Possui os alelos e ordem de Dominância: $M^A > M^B > m$.

M^A - Grande capacidade de cooperação entre os indivíduos para a caça, cérebro grande e linguagem verbal bem desenvolvida.

Gene M: Relacionado com a cooperação e linguagem. Sistema Multi-alélico. Possui os alelos e ordem de Dominância: $M^A > M^B > m$.

M^A - Grande capacidade de cooperação entre os indivíduos para a caça, cérebro grande e linguagem verbal bem desenvolvida.

Gene M: Relacionado com a cooperação e linguagem. Sistema Multi-alélico. Possui os alelos e ordem de Dominância: $M^A > M^B > m$.

m - Nenhuma capacidade de cooperação entre os indivíduos para a caça, cérebro pequeno e linguagem verbal não desenvolvida.

Gene M: Relacionado com a cooperação e linguagem. Sistema Multi-alélico. Possui os alelos e ordem de Dominância: $M^A > M^B > m$.

m - Nenhuma capacidade de cooperação entre os indivíduos para a caça, cérebro pequeno e linguagem verbal não desenvolvida.

Gene M: Relacionado com a cooperação e linguagem. Sistema Multi-alélico. Possui os alelos e ordem de Dominância: $M^A > M^B > m$.

M^B - Intermediária capacidade de cooperação entre os indivíduos para a caça, cérebro médio e linguagem verbal rudimentar.

Gene M: Relacionado com a cooperação e linguagem. Sistema Multi-alélico. Possui os alelos e ordem de Dominância: $M^A > M^B > m$.

M^B - Intermediária capacidade de cooperação entre os indivíduos para a caça, cérebro médio e linguagem verbal rudimentar.

Gene K: Relacionado com a capacidade sedutora do macho. Possui os alelos K e k.

Alelo k- – Macho do tipo “sedutor”.

Gene K: Relacionado com a capacidade sedutora do macho. Possui os alelos K e k.

Alelo k- – Macho do tipo “sedutor”.

Gene L: Relacionado com o tamanho dos testículos.
Possui os alelos L e l.

Alelo l- Testículos grandes.

Gene L: Relacionado com o tamanho dos testículos.
Possui os alelos L e l.

Alelo l- Testículos grandes.

Mutação Coringa

O Coringa diz:

“Mutação Sinônima, você ganhou uma mutação, mas ela não terá efeitos fenotípicos. Seu genoma permanece como está.

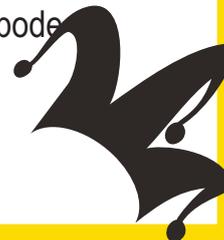
Melhor sorte na próxima vez!”



Mutação Coringa

O Coringa diz:

“Mutação Não Sinônima - Você pode escolher um alelo de qualquer gene para ser mutado para outro alelo de sua escolha.”



Gene A



Gene A



Gene B



Gene B



Gene C



Gene C



Gene D



Gene D



Gene E



Gene E



Gene A



Gene A



Gene B



Gene B



Gene C



Gene C



Gene D



Gene D



Gene E



Gene E



Gene F



Gene F



Gene G



Gene G



Gene H



Gene H



Gene I



Gene I



Gene J



Gene J



Gene F



Gene F



Gene G



Gene G



Gene H



Gene H



Gene I



Gene I



Gene J



Gene J



Gene K



Gene K



Gene L



Gene L



Gene M



Gene M



Gene M



Gene M



Gene M



Gene M



Gene K



Gene K



Gene L



Gene L



Mutação Coringa



Mutação Coringa



Presença do vírus alfa

Um novo tipo de vírus surgiu no ambiente. Esse vírus é letal. Somente os indivíduos resistentes sobrevivem.

A01-A

Ausência do vírus alfa

A sobrevivência não depende da resistência ao vírus alfa.

A01-B

Presença do vírus beta

O vírus beta causa uma doença respiratória fatal que se manifesta durante o inverno. Os indivíduos resistentes ao vírus beta sobrevivem. Aqueles que são suscetíveis ao vírus só sobrevivem em ambientes que não apresentam inverno rigoroso.

A02-A

Ausência do vírus beta

A sobrevivência não depende da resistência ao vírus beta.

A02-B

Muitos Predadores de Filhotes

A sobrevivência dos filhotes depende de cuidado parental prolongado.

A03-A

Poucos Predadores de Filhotes

A sobrevivência dos filhotes depende apenas de cuidado parental curto.

A03-B

Ambiente hostil

Dificuldade de obtenção de alimentos e muitos predadores. Para sobreviver é necessário o uso de "paus e pedras" como ferramentas.

A04-A

Ambiente muito hostil

Dificuldade extrema de obtenção de alimentos e presença de muitos predadores. Para sobreviver, é necessária a habilidade de construção de ferramentas específicas.

A04-B

Ambiente de temperaturas extremas, variando entre -15°C e 45°C . Inverno muito rigoroso e verão muito quente.

A05-A

Ambiente de clima frio, temperaturas variando entre -15°C e 10°C . Inverno rigoroso e verão ameno.

A05-B

Ambiente de clima ameno. Ausência de inverno rigoroso. Temperaturas variando entre 15°C e 25°C.

A05-C

Sua população desenvolveu hábito pastoril e, portanto, a excelente ideia de “roubar” o leite dos outros animais. O leite é um alimento nutritivo e energético. Quem é capaz de digerir leite na idade adulta ganha a seguinte capacidade: sobrevivência em temperaturas de até -15°C.

A06-A

Sua população não desenvolveu hábito pastoril. Mesmo que você seja capaz de digerir leite na idade adulta, você não terá vantagem alguma...

A06-B

Surge uma bactéria X que causa uma infecção no aparelho reprodutivo, levando à esterilidade das fêmeas. Somente se reproduzem aqueles cujas fêmeas tem estro oculto, pois a atividade sexual constante e a presença de esperma no canal vaginal da fêmea protegem da infecção bacteriana.

A07-A

Ausência da bactéria X. Mesmo sem os fatores de resistência, suas fêmeas permanecem férteis.

A07-B

Ambiente de campo aberto.

Vegetação baixa e substrato claro. Indivíduos de porte grande e médio sobrevivem independentemente da cor da pelagem. Já os de porte pequeno só sobrevivem se tiverem pelagem clara, pois se camuflam. Se a pelagem for escura, tornam-se presas fáceis. **A08-A**

Ambiente de florestas densas.

Indivíduos de porte grande e médio sobrevivem independentemente da cor da pelagem. Já os de porte pequeno só sobrevivem se tiverem pelagem escura, pois se camuflam. Se a pelagem for clara, tornam-se presas fáceis. **A08-B**

Organização em Harém

Não apresenta desvantagem para nenhum tipo de macho. Os machos com testículos pequenos conseguem se acasalar facilmente. **A09-A**

Organização polígina multimacho

Os machos precisam ter testículos grandes para ter sucesso reprodutivo ou serem machos do tipo “sedutor”. **A09-B**

Nos períodos de seca, a dieta é à base de carne devido à falta de vegetais. Com a cooperação entre os indivíduos, a caça é sistemática e o consumo de carne permite o aumento do cérebro e o desenvolvimento de linguagem articulada. A linguagem aperfeiçoa os mecanismos de defesa e a sobrevivência dos filhotes.

A10-A

Nos períodos úmidos, os vegetais são abundantes permitindo a sobrevivência mesmo sem a cooperação entre os indivíduos e linguagem articulada.

A10-B

Ambiente 1



Ambiente 1



Ambiente 2



Ambiente 2



Ambiente 3



Ambiente 3



Ambiente 4



Ambiente 4



Ambiente 5



Ambiente 5



Ambiente 5



Ambiente 6



Ambiente 6



Ambiente 7



Ambiente 7



Ambiente 8



Ambiente 8



Ambiente 9



Ambiente 9

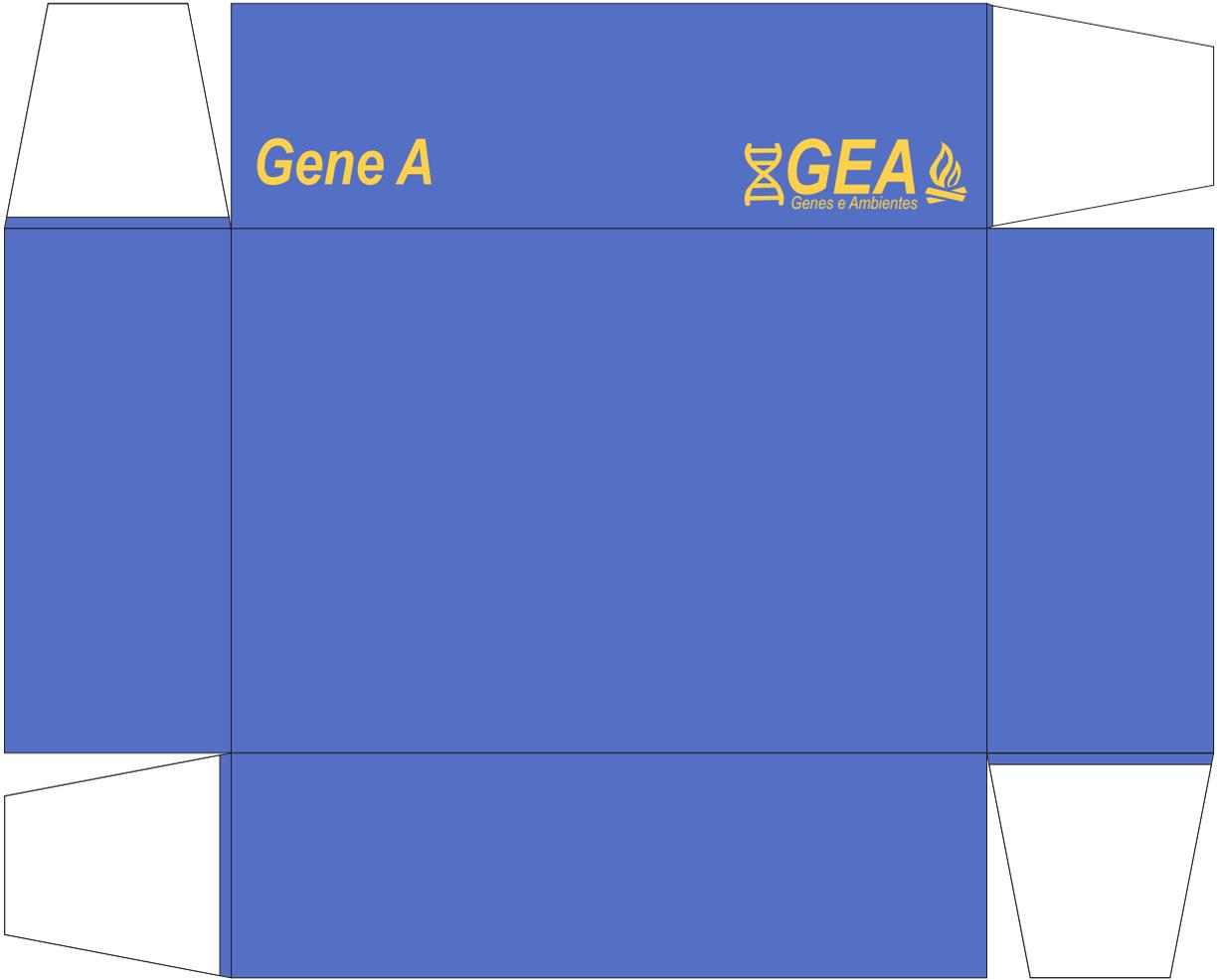


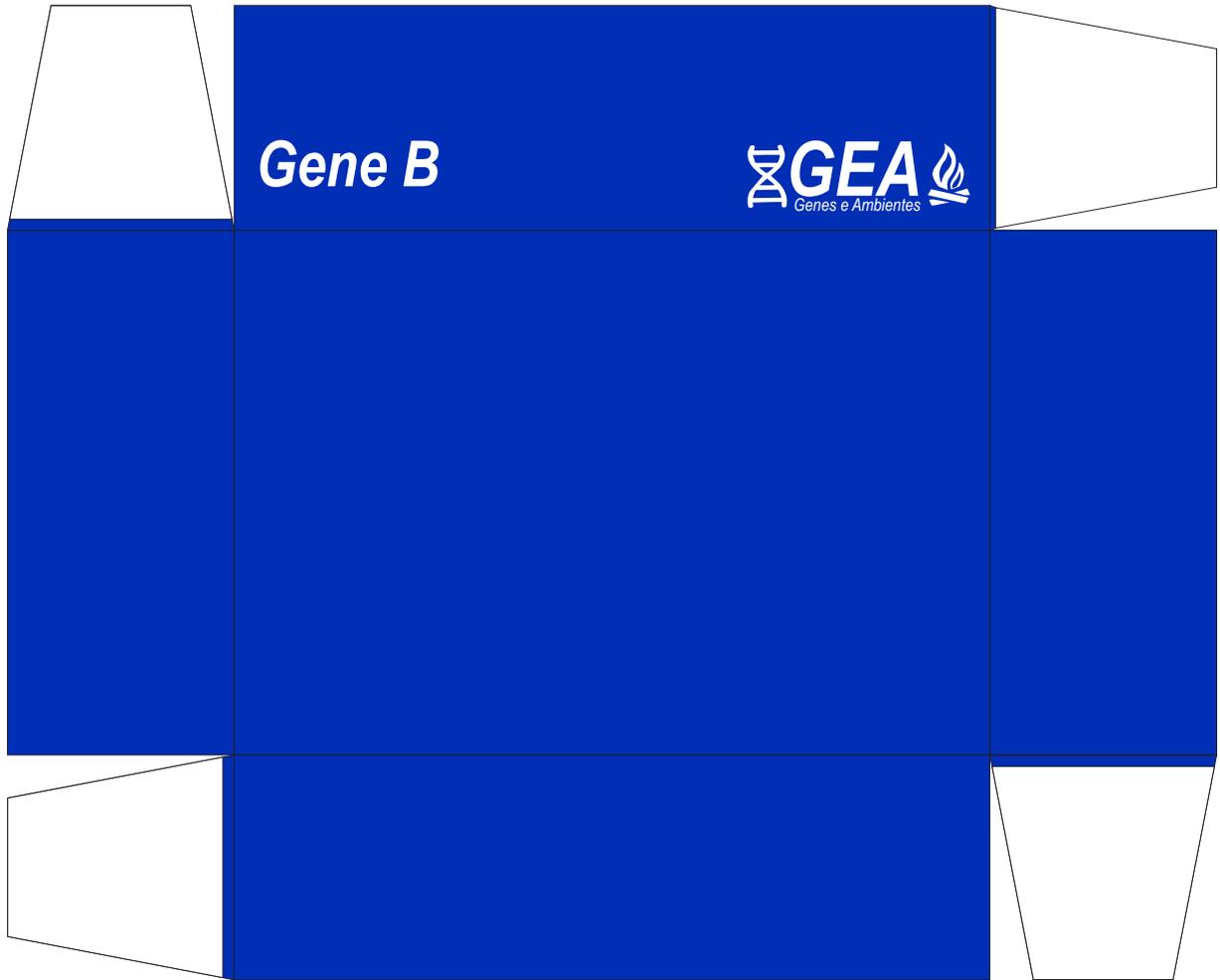
Ambiente 10

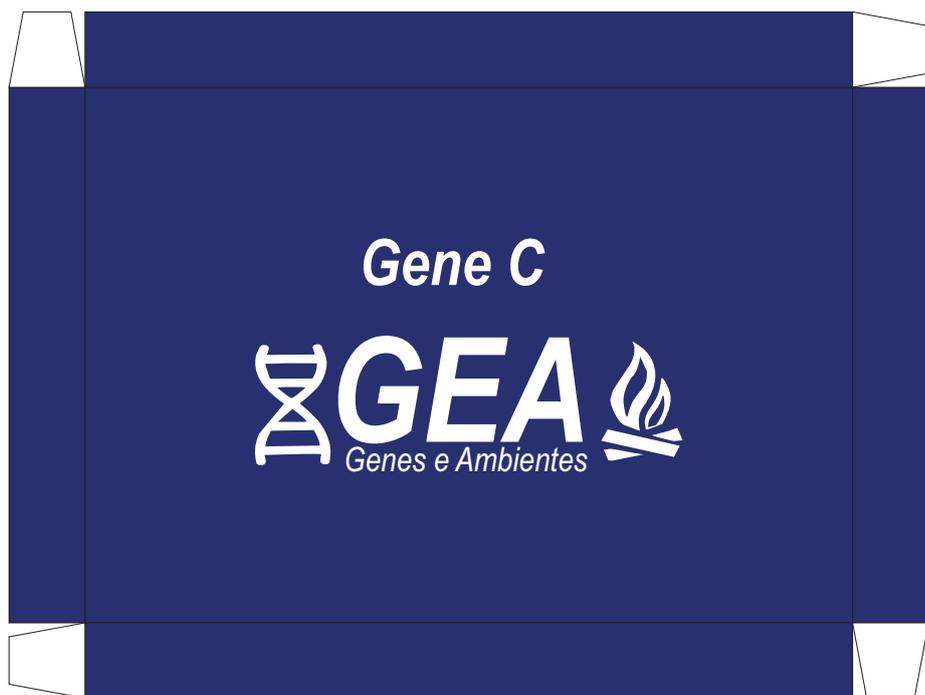
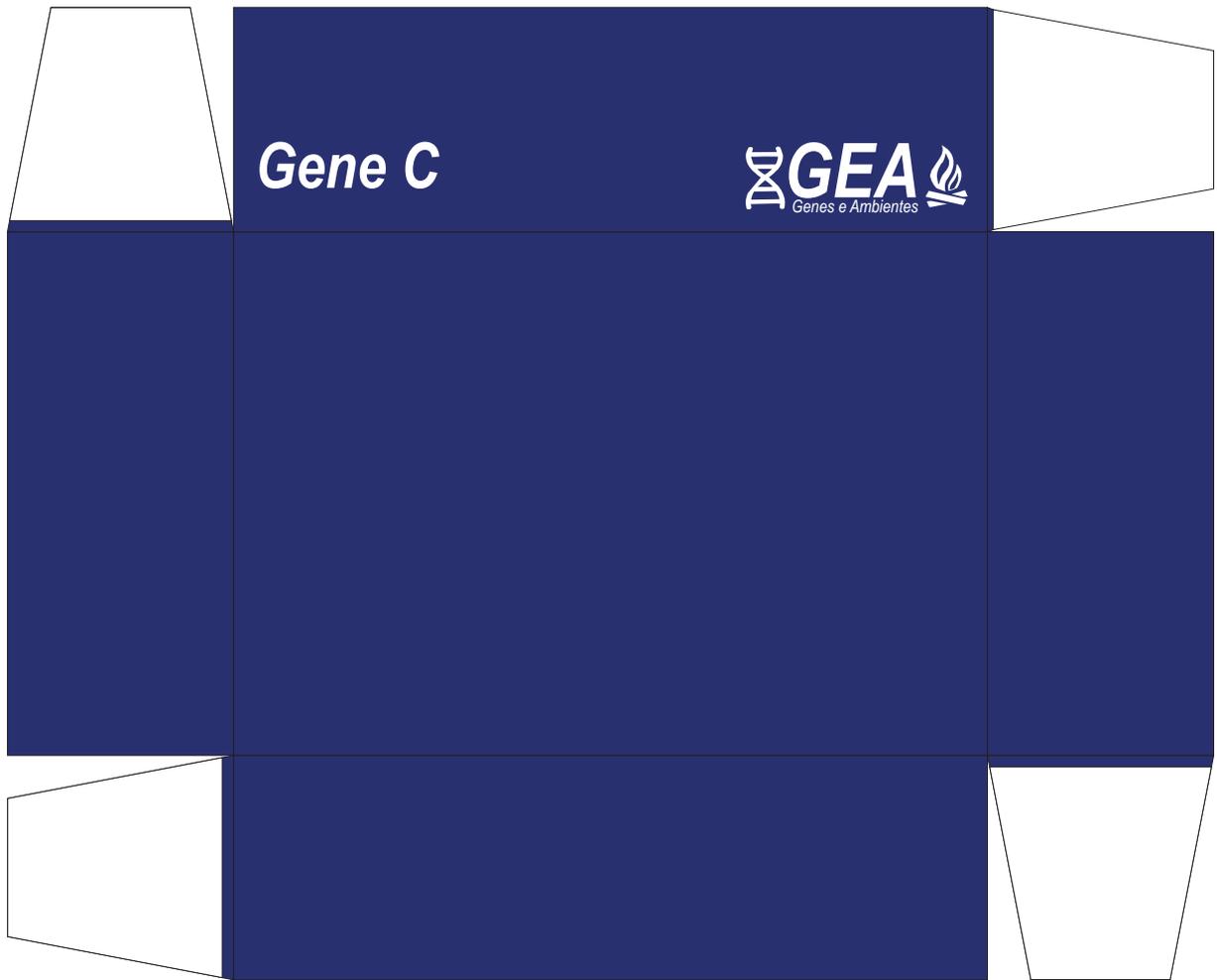


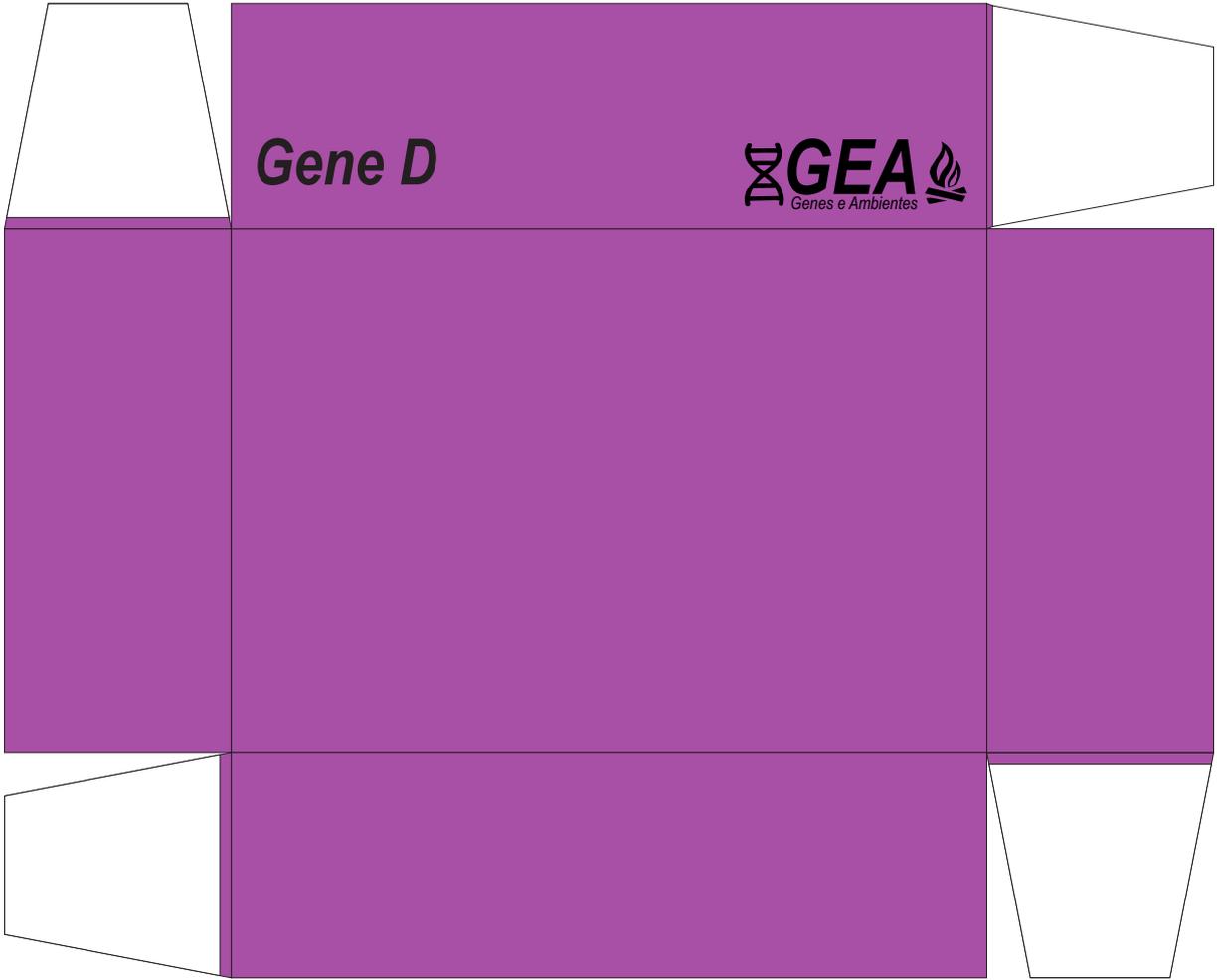
Ambiente 10

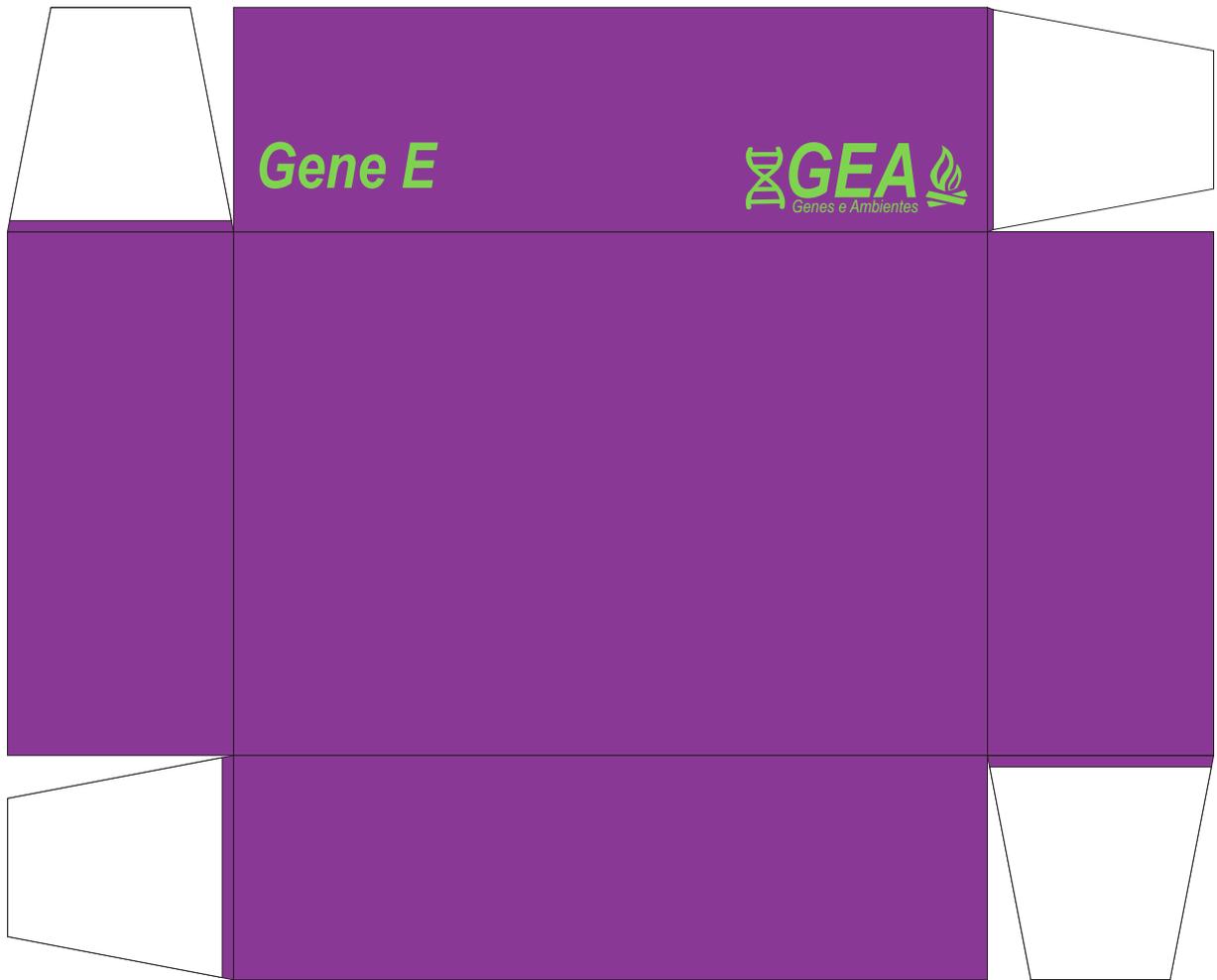


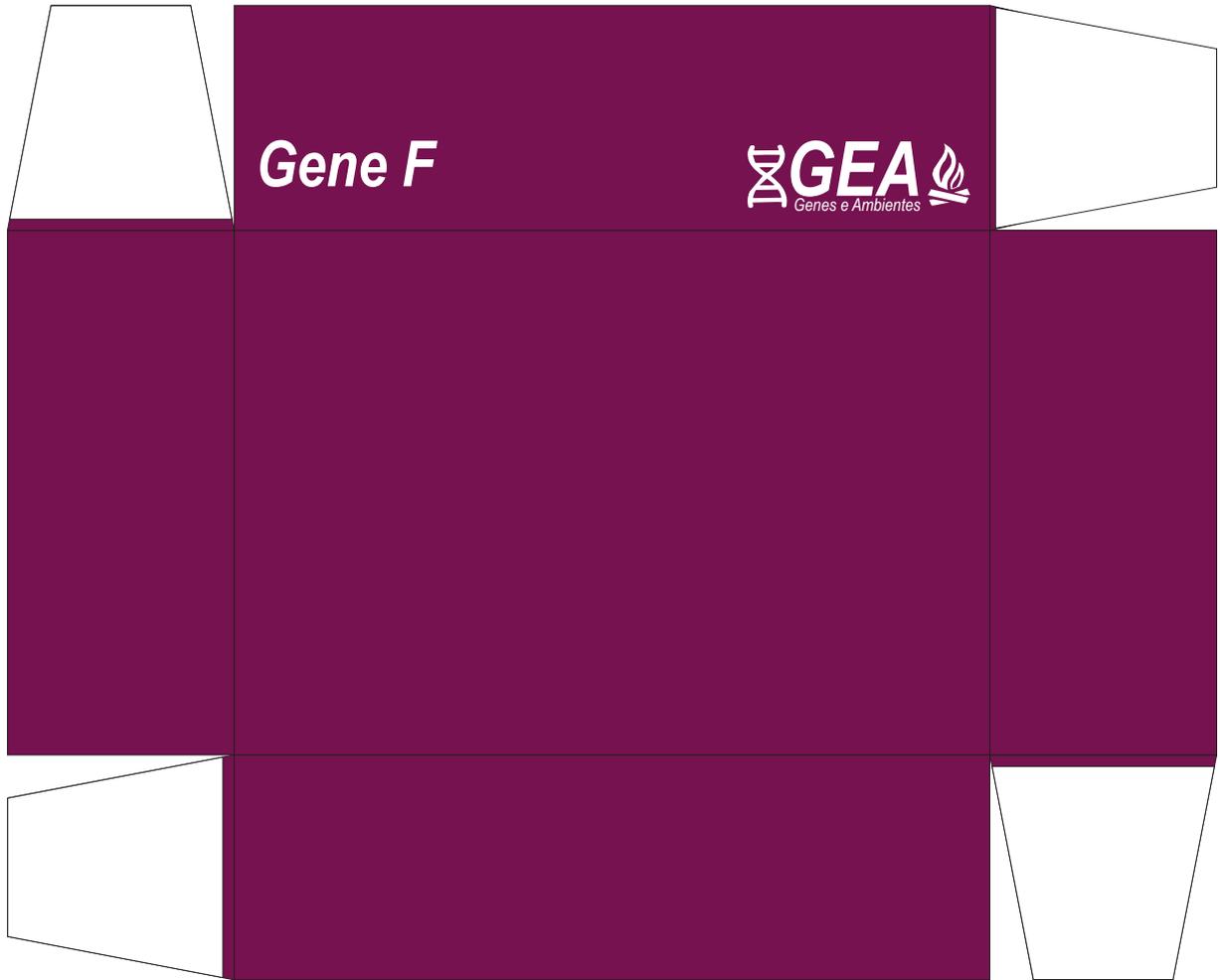


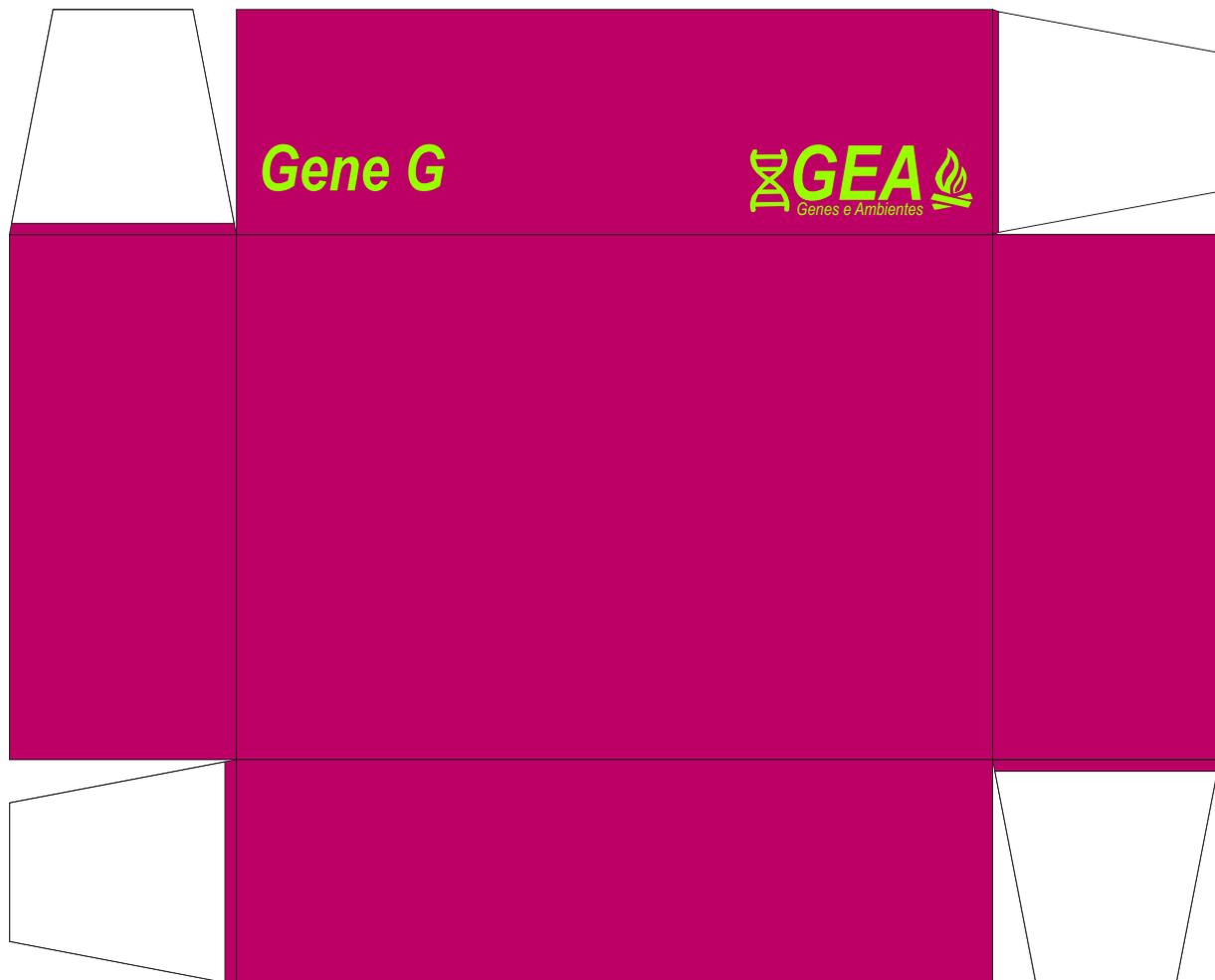


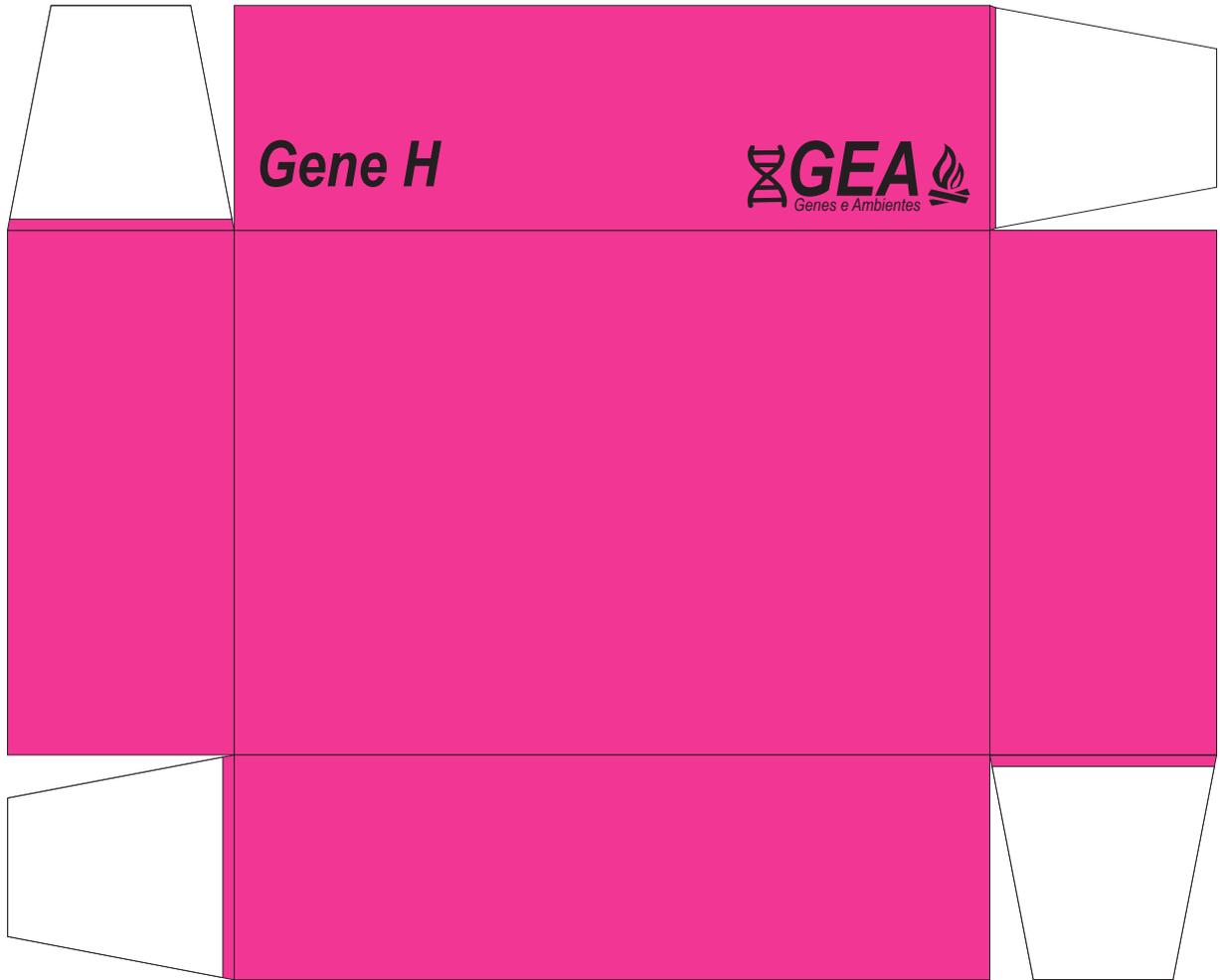


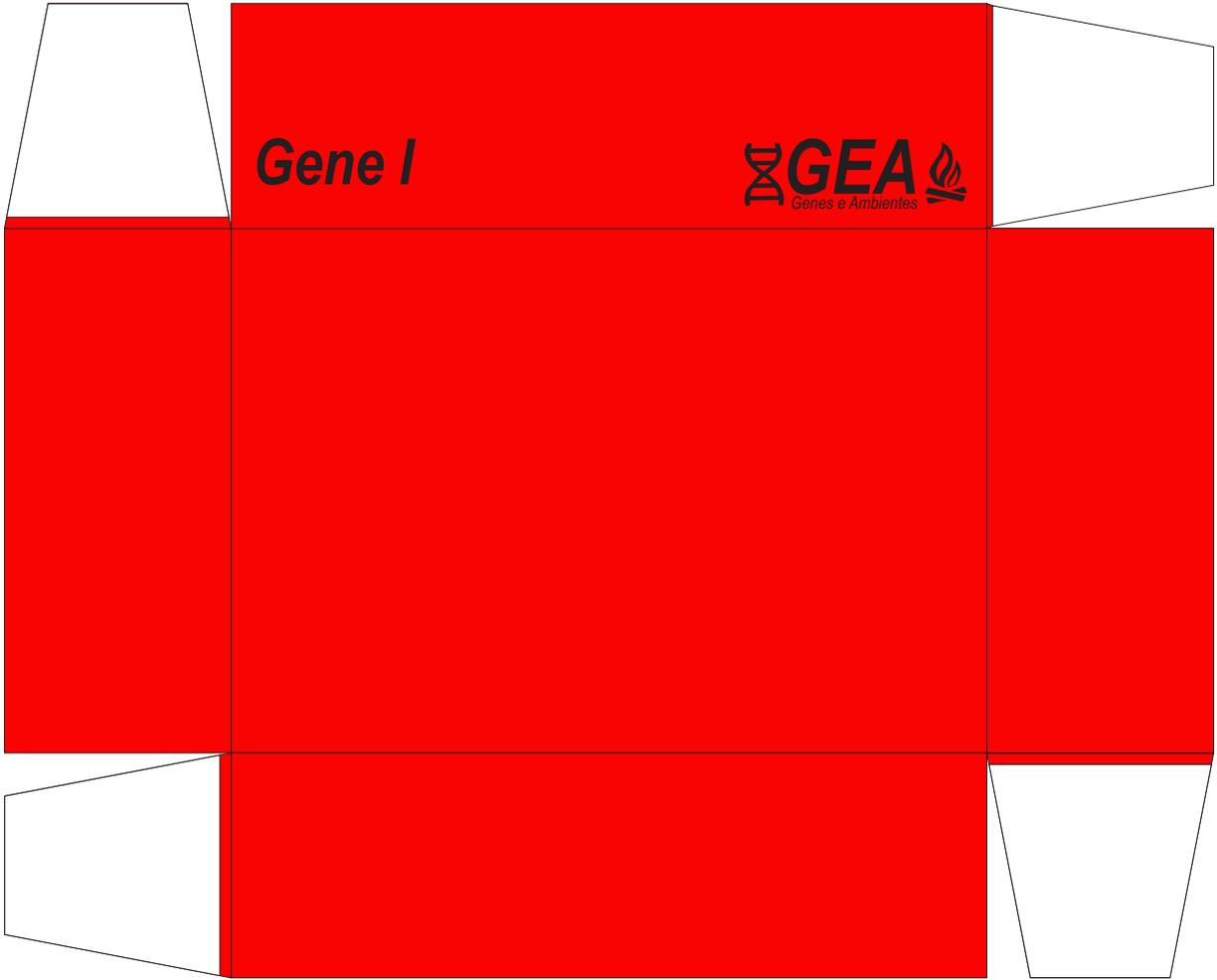


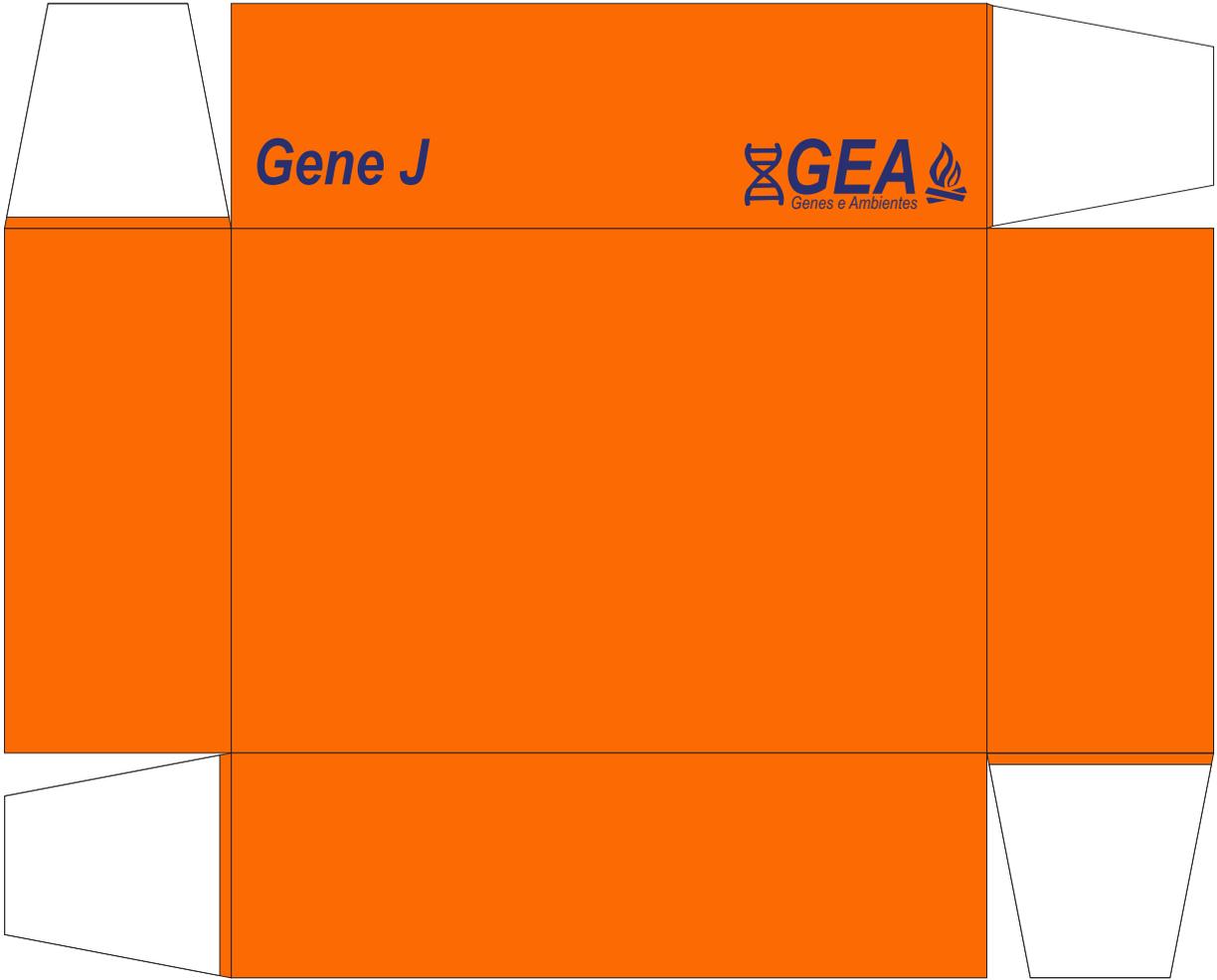


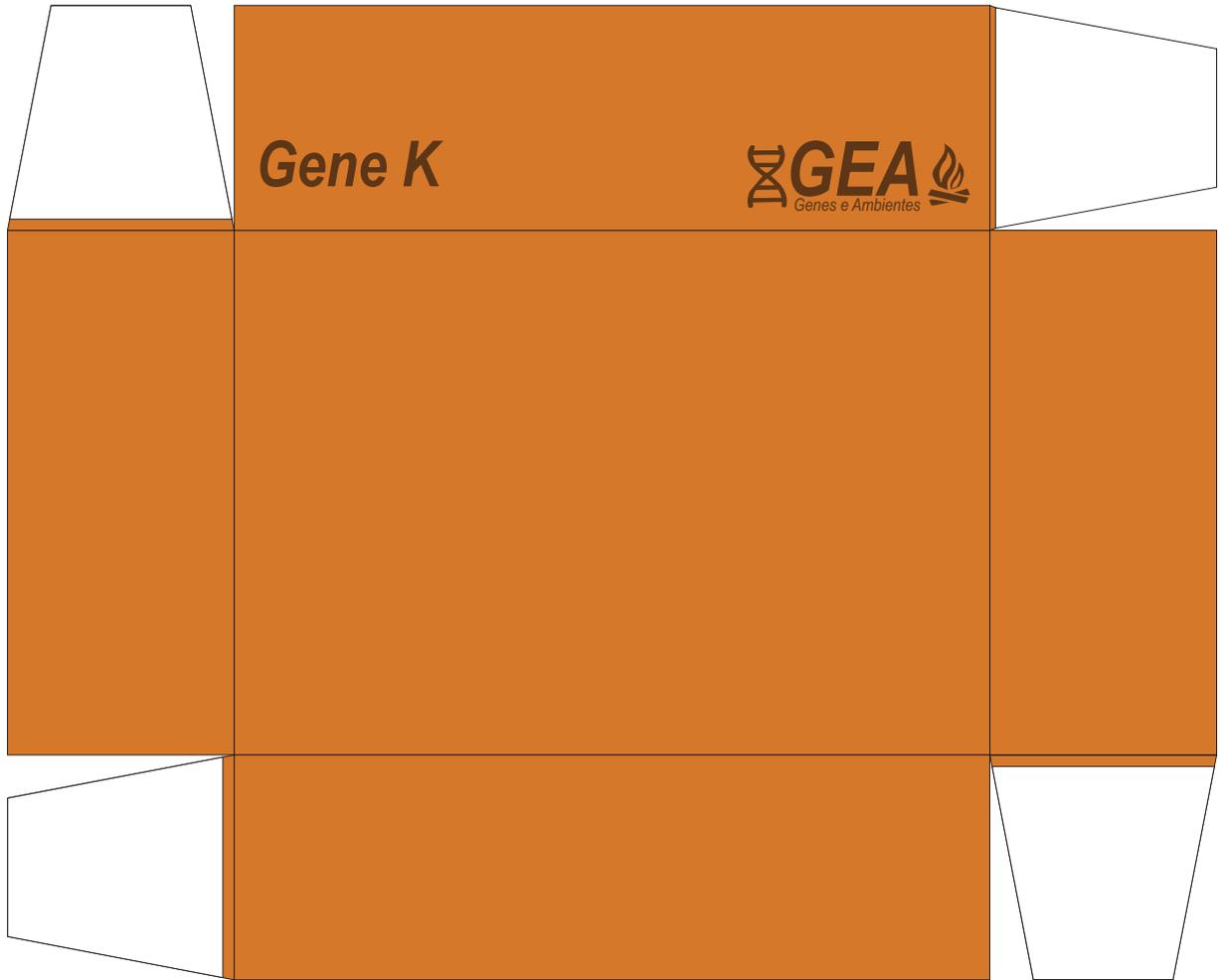


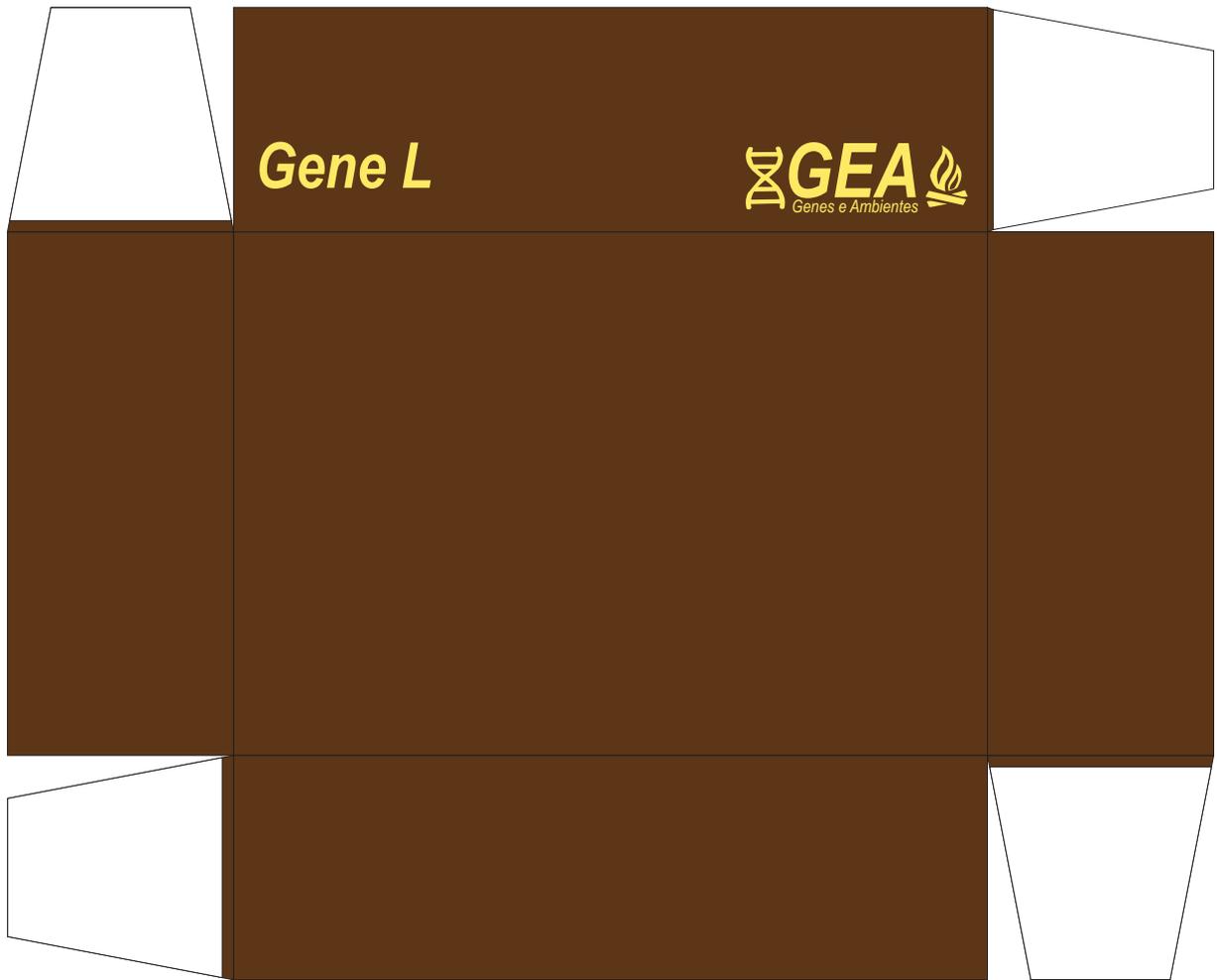


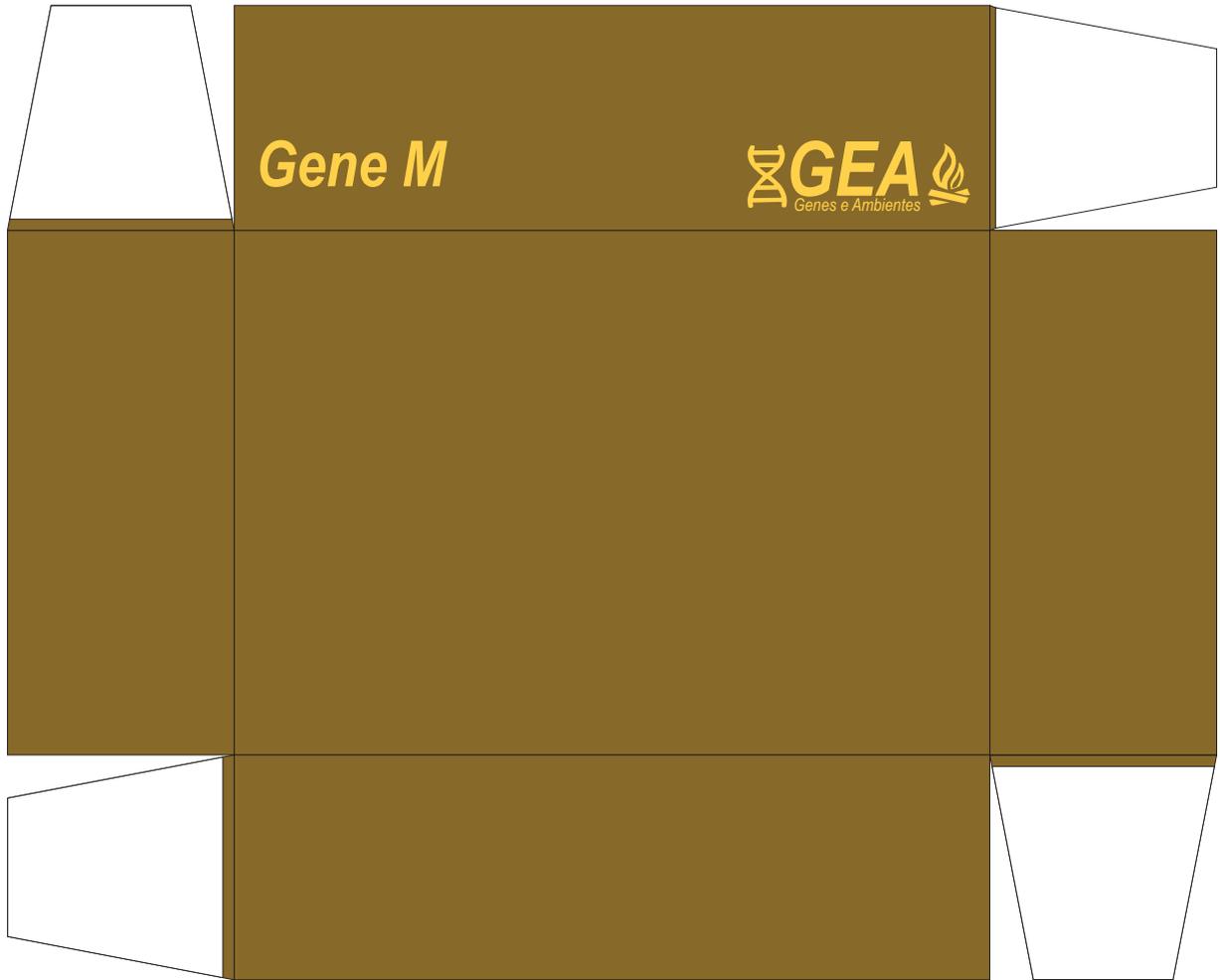




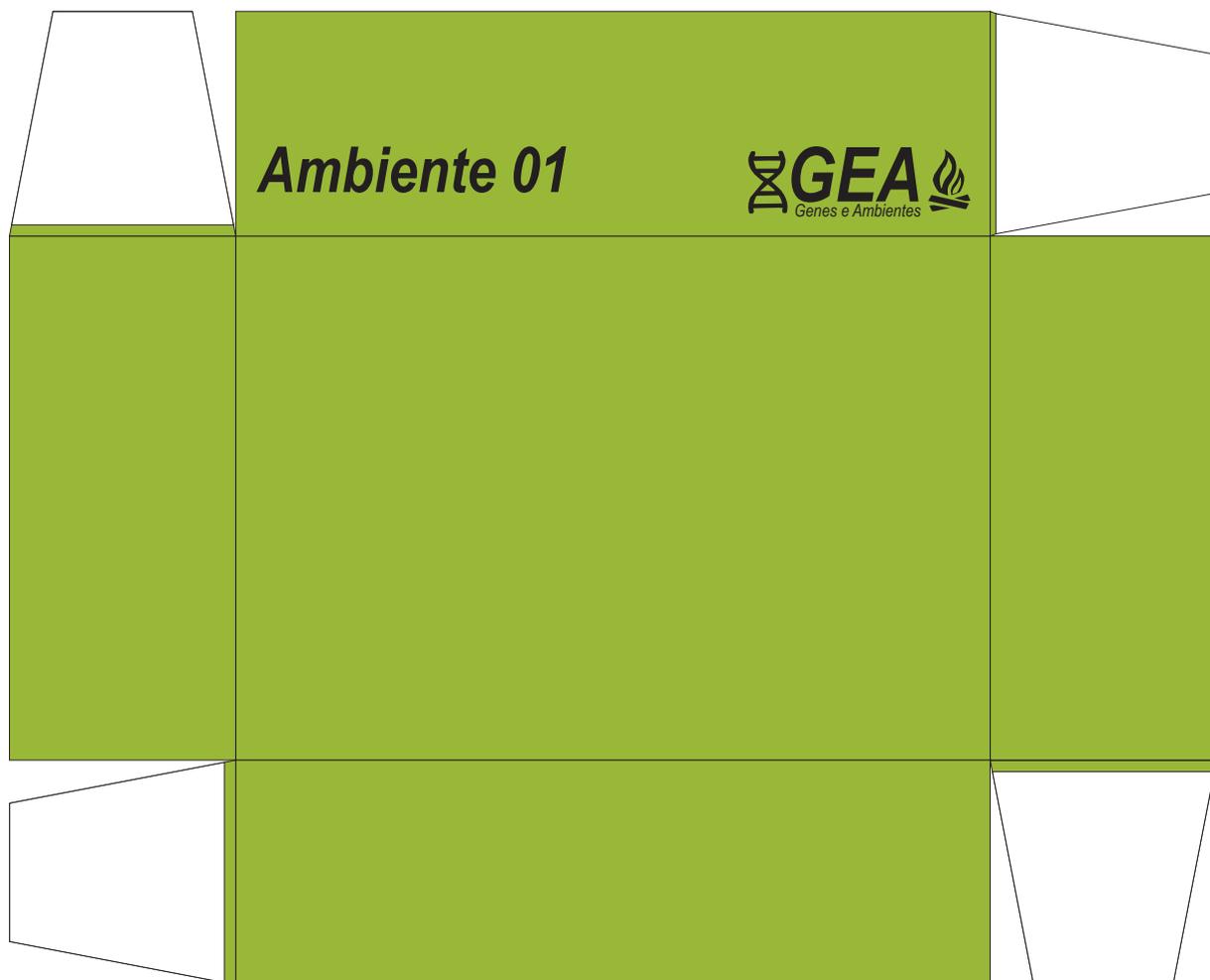


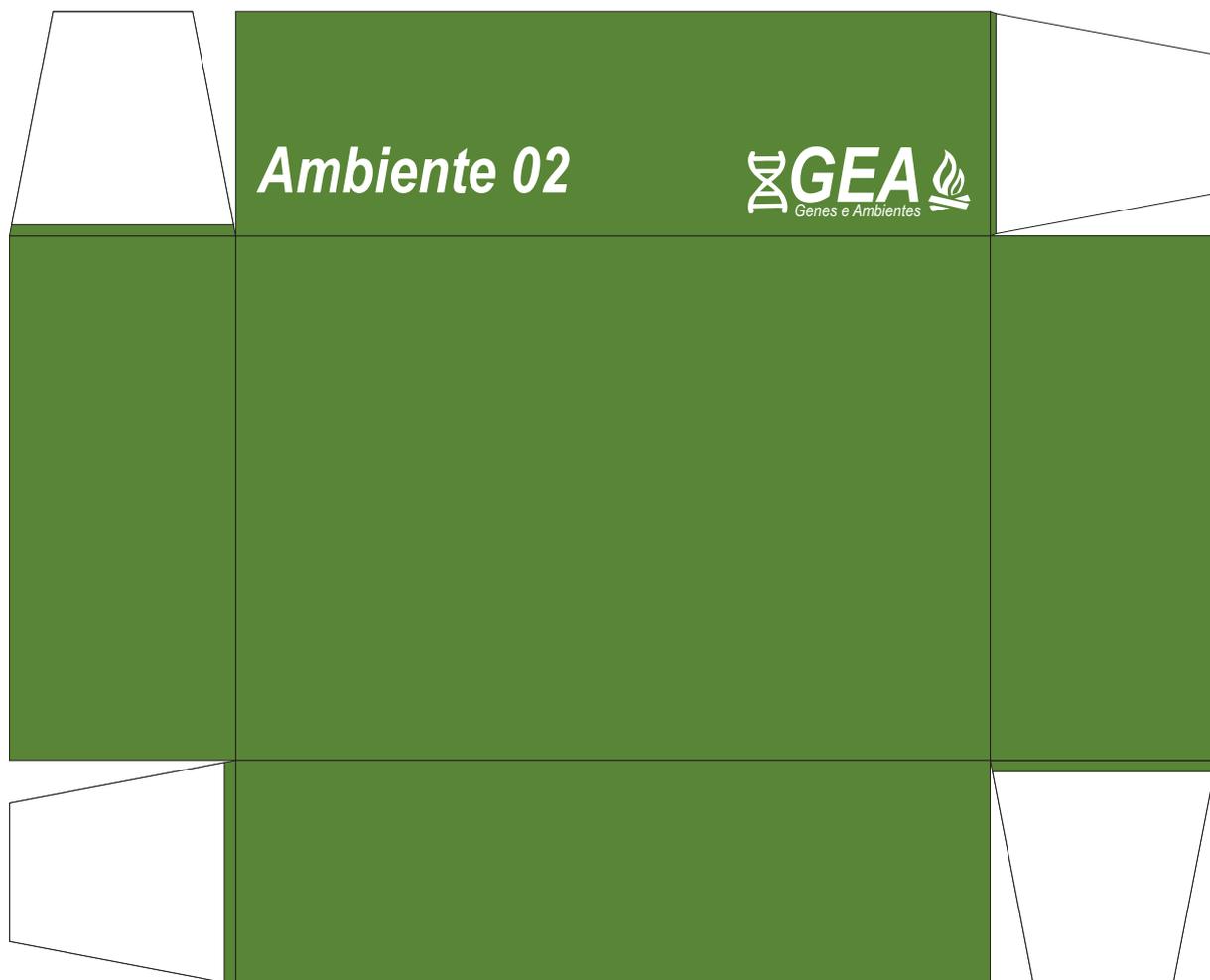




























Nome		Turma		Data	
-------------	--	--------------	--	-------------	--

Gene	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Genótipo													

Ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mutação
Varição											

Avatar	
---------------	--

Questão	
----------------	--

1 - Número de Participantes

Não existe um número fixo de participantes, o que determina este número são as quantidades de cópias do material fornecido e a forma de agrupamento dos participantes.

Os participantes são agrupados em entidades e estas, agrupadas. É necessária uma cópia do material dos genes e da mutação coringa por entidade e uma cópia do material do Ambiente por grupo de entidades. Cada participante receberá uma “Ficha de Anotação”.

2 - Definição das Entidades

O professor será o coordenador da partida dividindo a turma em entidades. A quantidade de entidades depende da quantidade de conjuntos de cartas dos genes que foram confeccionadas. São necessárias 58 cartas entre genes e Mutação Coringa por entidade.

3 - Definição dos Grupos do Ambiente

Definir como as entidades serão distribuídas nos Ambientes. Pode-se definir que todas as entidades serão colocadas no mesmo ambiente, mostrando que genótipos diferentes têm uma adaptação diferente no mesmo ambiente ou separar as entidades em grupos para ambientes distintos. São necessárias 21 cartas de Ambiente por grupo de entidades

4 - Distribuição das Fichas de Anotações

Cada participante deve receber uma “Ficha de Anotações”. Os alunos podem estar dispostos em círculos agrupados por entidade. Não são necessárias mesas, basta que os participantes tenham espaço e um apoio para preencherem a “Ficha de Anotações”. Uma prancheta pode facilitar no processo de anotação das informações e na elaboração do “Avatar”.

5 - Distribuição dos Alelos

O professor repassa a seguinte informação para os participantes:

“A função do jogo é a formação do genoma de indivíduos da espécie GEA, uma espécie fictícia de mamífero. As características genéticas estão relacionadas a diferentes atributos fisiológicos, anatômicos e comportamentais dos indivíduos. Sendo a GEA uma espécie diplóide, serão sorteados dois alelos para cada um dos genes A ao M.

Só serão conhecidos os sobreviventes no final do jogo, pois o fenótipo de um Gene pode interferir em outro, e a interação com o ambiente é que será determinante na sobrevivência.”

O professor permite que um participante de cada entidade retire duas cartas da caixa do Gene A. O participante pode escolher qualquer carta da caixa, mas com as cartas viradas para que ele não possa ler o conteúdo das mesmas antes da escolha. O participante manterá as cartas na entidade repassando as informações dos alelos para os demais integrantes da entidade, para que preencha a “Ficha de Anotações” o genótipo sorteado no campo apropriado. Ex.: aA, BB, Cc, ... Terminada a distribuição dos alelos do Gene A para todas as entidades, repete-se o processo para todos os Genes, de B ao M, nesta ordem.

Durante este sorteio o professor pode trazer discussões sobre o significado de cada fenótipo, interação alélica e significado evolutivo de cada característica. É importante informar os participantes de que só saberão que a espécie sobrevive ou não apenas no final do jogo, pois o fenótipo de um Gene pode interferir em outro, e a interação com o ambiente é que será determinante na sobrevivência.

6 - Distribuição dos Ambientes

Após as distribuições dos alelos de todos os Genes e respectivas anotações, começa a distribuição dos ambientes.

A forma de distribuição dos Ambientes varia conforme os agrupamentos das entidades:

Opção A - Todas as entidades pertencem ao mesmo ambiente

O professor pode sortear uma carta de Ambiente de 1 a 10, nesta ordem, lendo em voz alta para que todas as entidades façam as anotações na “Ficha de Anotações” no local apropriado para cada Ambiente.

Opção B - As entidades distribuídas em grupos

Cada grupo sorteia uma carta de cada um dos 10 Ambientes de 1 a 10, nesta ordem, e o representante de cada grupo repassa as informações para os demais participantes do seu grupo façam as anotações na “Ficha de Anotações” no local apropriado para cada Ambiente.

O código referente à característica selecionada de cada característica do ambiente consta no canto inferior direito das cartas dos ambientes. Ex: A01-B, A02-A, A03-B.

7 - Sorteio da “Mutação Coringa”.

Após o sorteio de todos os ambientes, será o momento de jogar com a sorte, esperando ser agraciado com uma “Mutação Coringa”.

Para mostrar a aleatoriedade da mutação, cada entidade escolhe um número aleatório de 1 a 6, joga um dado e, caso acerte o número sorteado, ganha o direito a uma carta aleatória da “Mutação Coringa”. É importante que a carta volte à caixa de origem depois deste sorteio, para que mantenha sua probabilidade entre as opções de mutação. Esta rodada acontece apenas uma vez por entidade.

As cartas possuem duas opções, uma com “Mutação Sinônima” e, uma, com “Mutação Não Sinônima”, para se trabalhar a questão que nem toda mutação resulta em uma alteração fenotípica. Caso a entidade sorteie a carta “Mutação Sinônima”, o genótipo da entidade permanece como está. Caso tenha sorteado a “Mutação Não Sinônima”, a entidade pode escolher apenas um alelo de um único gene entre Gene A e Gene M para ser alterado para outro alelo do mesmo gene, para tentar alterar o fenótipo de um gene, de forma a incrementar a adaptação do seu fenótipo ao ambiente. O participante pode virar as cartas do gene selecionado para escolher a que apresentará o melhor fenótipo para seu ambiente.

8 - Quem ganha?

Ganha(m) o jogo a(s) entidade(s) que sobreviver(em) ao ambiente.

9 - Finalização da Partida

Após a verificação de sobrevivência, todos os participantes deverão terminar de preencher a “Ficha de Anotações”:

1 - Dados dos genes e ambientes.

2 - Elaborar uma representação gráfica (chamada de “Avatar”) dos Seres hipotéticos em seu respectivo ambiente.

3 - Responder a questão: “Quais as relações existentes entre genes e ambientes?”

4 – Entregar a “Ficha de Anotações” para o professor, para avaliação e comprovação de participação na prática.