

DOCUMENTO PARA DESIGN DE GAMES

PROBODY

Autores: Elisa de Oliveira Flemer

Giovanna Rodrigues

João Furquim de Campos Suarez

Marcos Vinicius Alves de Moura

Thomas Barton

Yasmin Vitória Rocha de Jesus

Data de criação: 11 de março de 2022

Versão: 1.0

Controle do Documento

Histórico de revisões

Data	Autor	Versão	Resumo da atividade
10/02/2022	Elisa de Oliveira Flemer	0.1	Preenchi 1.1 a 1.5
17/02/2022	Elisa de Oliveira Flemer	0.2	Preenchi 1.6 a 1.7
25/02/2022	Elisa de Oliveira Flemer	0.3	Revisei 1.7, preenchi 2, 3, 4, 6.1 e 6.3
11/03/2022	Elisa de Oliveira Flemer	0.4	Atualizamos 1.4.7 e preenchemos o 6.2/6.4
18/03/2022	Giovanna Rodrigues	0.5	Revisei o documento em geral
25/03/2022	Thomas Barton	0.6	Revisão geral e atualização do value proposition
01/04/2022	Marcos Vinicius Alves	0.7	Preenchi relatório de playtest
08/04/2022	Marcos Vinicius Alves de Moura e Yasmin Vitória de Jesus	0.8	Atualizamos as sessões restantes com exceção do apêndice e da sessão 7. Focamos principalmente na sessão 5.
12/04/2022	Elisa de Oliveira Flemer	1.0	Revisão final, gerando versão 1.0

Sumário

Controle do Documento	2
Histórico de revisões	2
1. Visão Geral do Projeto	5
1.1 Objetivos do Jogo	5
1.2 Características gerais do jogo	6
1.3 Público-alvo	6
1.4 Diferenciais	7
1.5 Análise do cenário: Matriz SWOT	8
1.6 Proposta de Valor: Value Proposition Canvas	8
1.7 Requisitos do Jogo	9
1.7.1 Requisitos coletados na entrevista com o cliente	9
1.7.2 Persona	9
1.7.3 Gênero do jogo	10
1.7.4 Histórias do jogo (Game stories) ou Histórias dos usuários (user stories)	10
1.7.5 Mecânica	12
1.7.6 Fontes de Pesquisa / Imersão	12
2. Game Design	14
2.1 História do Jogo	14
2.2 Fluxo do Jogo e Níveis	14
2.3 O Mundo do Jogo	15
2.3.1 Locações Principais e Mapa	15
2.3.2 Navegação pelo Mundo	15
2.3.3 Escala	15
2.3.4 Ambientação	15
2.3.5 Tempo	16
2.4 Base de Dados	16
2.4.1 Inventário	16

2.4.1.1 Itens Consumíveis	16
2.4.2 Bestiário (opcional)	18
2.4.3 Balanceamento de Recursos	18
3. Level Design	20
4. Personagens	21
4.1 Personagens Controláveis	21
4.1.1 Backstory	21
4.1.2 Concept Art	21
4.1.3 Ações Permitidas	21
4.1.4 Momento de Aparição	22
4.2 Common Non-Playable Characters (NPC)	22
4.2.1 Agentes Cancerígenos	22
4.2.1 Células cancerosas	22
4.3 Special Non-Playable Characters (NPC)	22
4.3.1 Âncora	22
4.3.2 Corpo	22
5. Qualidade de Software	23
5.1 Teste de Usabilidade	23
5.2 Normas de Qualidade	27
6. Relatório - Física e Matemática	28
6.1 Funções	28
6.2 Cinemática Unidimensional	30
6.3 Vetores	33
6.4 Cinemática Bidimensional e mais	34
7. Bibliografias	38

1. Visão Geral do Projeto

1.1 Objetivos do Jogo

Probody é um simulador de estratégia biomédica. Nesse sentido, objetiva ensinar seu público-alvo—isto é, adolescentes—, as principais causas, fatores de risco e modos de prevenção de cânceres. Para esse fim, Probody coloca o jogador nas fronteiras do sistema imunológico, onde ele trabalhará ativamente para destruir, conter e mitigar substâncias cancerígenas antes que elas atinjam as células do personagem principal. Ademais, cabe também ao jogador monitorar diferentes partes do corpo, associando certas atividades com uma maior presença de carcinógenos em órgãos relacionados, e selecionar os melhores hábitos saudáveis para contrabalancear um dado fator de risco. Caso falhe em combater os carcinógenos, o jogador ainda terá a chance de recuperar a partida através da Celinha, um personagem jogável representativo de linfócitos capaz de destruir células cancerosas antes que a doença inicie. Ademais, pode-se diminuir a incidência de certo câncer através da troca de pontos por procedimentos de diagnóstico precoce, como o exame de próstata. Assim, procura-se demonstrar, também, que o diagnóstico de neoplasia não é uma sentença de morte, e sim apenas um obstáculo com boas chances de ser superado dado o acompanhamento correto.

A principal motivação para este projeto é o fato de que 30% a 50% dos casos de carcinoma são preveníveis, segundo a Organização Mundial da Saúde. Isso, somado à estatística de que 9,6 milhões de pessoas morreram dessa doença em 2018, justifica inequivocamente a necessidade de ferramentas lúdicas que alcancem gerações mais jovens quanto à prevenção da neoplasia.

Por fim, informa-se que este trabalho está sendo desenvolvido por uma equipe de alunos de 1º ano do Instituto de Tecnologia e Liderança para a USP-Medicina. Assim, servirá, adicionalmente, como objeto de avaliação do bimestre, portfólio para o Inteli e produto mínimo viável a ser possivelmente expandido pelo time tecnológico do cliente.

1.2 Características gerais do jogo

Probody gira em torno de um único personagem, seus maus hábitos e as consequências destes em seu corpo. O jogador, nesse sentido, é incumbido de manter o protagonista saudável através da mitigação manual de carcinógenos e células cancerosas e da aquisição de comportamentos saudáveis. Para tanto, uma caixa de texto na tela principal, acompanhado da figura de um âncora de TV para efeitos cômicos, relata continuamente o que o personagem tem feito, como fumar, alimentar-se mal, etc. Essas ações levam à entrada de agente cancerígenos em órgãos específicos, como o pulmão, no caso do tabaco. Se nada for feito, esses agentes danificam os tecidos do órgão até iniciar-se um processo oncológico no corpo.

Assim, a cada ação prejudicial, o jogador é instigado a recordar-se de qual área ela afeta e dirigir-se a ela para tomar providências. Por exemplo, caso o contêiner indique que “o protagonista comeu salsichas no almoço”, o jogador deve se lembrar de que alimentos processados aumentam as chances de câncer no intestino. Nesse contexto, para conter os malefícios, será necessário clicar na região do intestino do personagem para trocar de cena e então combater os invasores desse órgão.

Nessa segunda tela, vários carcinógenos se movimentarão em padrões pseudoaleatórios. Dessa forma, caberá ao jogador destruir os invasores através de cliques. A cada clique correto, um ponto será ganho. Esses pontos, por sua vez, poderão ser trocados por bons hábitos que trarão benefícios visíveis à jogabilidade do usuário.

Entretanto, caso o jogador não consiga deter as moléculas cancerígenas a tempo, elas começarão a se acumular e crescer nas laterais das células. Esse acúmulo representa a passagem gradual dos carcinógenos para o interior de células saudáveis e a transformação destas em células cancerosas. Nesse ponto, o jogador poderá impedir o processo controlando um linfócito denominado “Celinha” e colidindo com as ameaças.

Durante o jogo, o personagem principal avançará em sua idade, passando por jovem, adulto, meia-idade e idoso, em intervalos regulares. Quanto mais velho o personagem, mais cânceres poderão acontecer simultaneamente. É nesse momento que o jogador deverá construir uma estratégia para priorizar as áreas mais afetadas e investir seus pontos em hábitos que possam aliviá-las. Por fim, ganha-se ao atingir a terceira idade com saúde e perde-se ao deixar que uma célula cancerosa ultrapasse certo limite.

1.3 Público-alvo

Jovens brasileiros entre 14 e 17 anos de todos os gêneros. São predominantemente das classes sociais DE e C1, com renda familiar até R\$ 2000,00 e acesso a smartphones ou computadores. Frequentam escola pública. Geralmente não investem em jogos ou consoles, preferindo baixar versões gratuitas, especialmente por conta do preço, os quais

consideram muito alto. Ainda assim, jogam de 8 a 20 horas por semana e quase todos os dias, segundo dados do PGB2021.

1.4 Diferenciais

- Gerenciamento de tempo no contexto de prevenção de doenças: pouquíssimos jogos colocam o jogador na função não de médico, mas de sistema imunológico, em constante monitoramento do corpo humano. A natureza viciante de jogos de tempo com vitórias desafiadoras combinada com o inusitado cenário médico torna este jogo único.
- Valor educativo: a inspiração médica faz deste jogo uma introdução lúdica aos efeitos biológicos maus hábitos e suas consequências. Através da exploração gradual de conceitos, o jogador se sentirá cada vez mais apto a pesquisar, aprender e interagir com materiais teóricos de neoplasia.
- Gratuito e open-source em todas as plataformas disponibilizadas: Probody é plenamente acessível ao oferecer experiências gratuitas para web e desktop. Além disso, o fato de ser open-source garante a integridade do código-fonte para aqueles que forem baixá-lo.

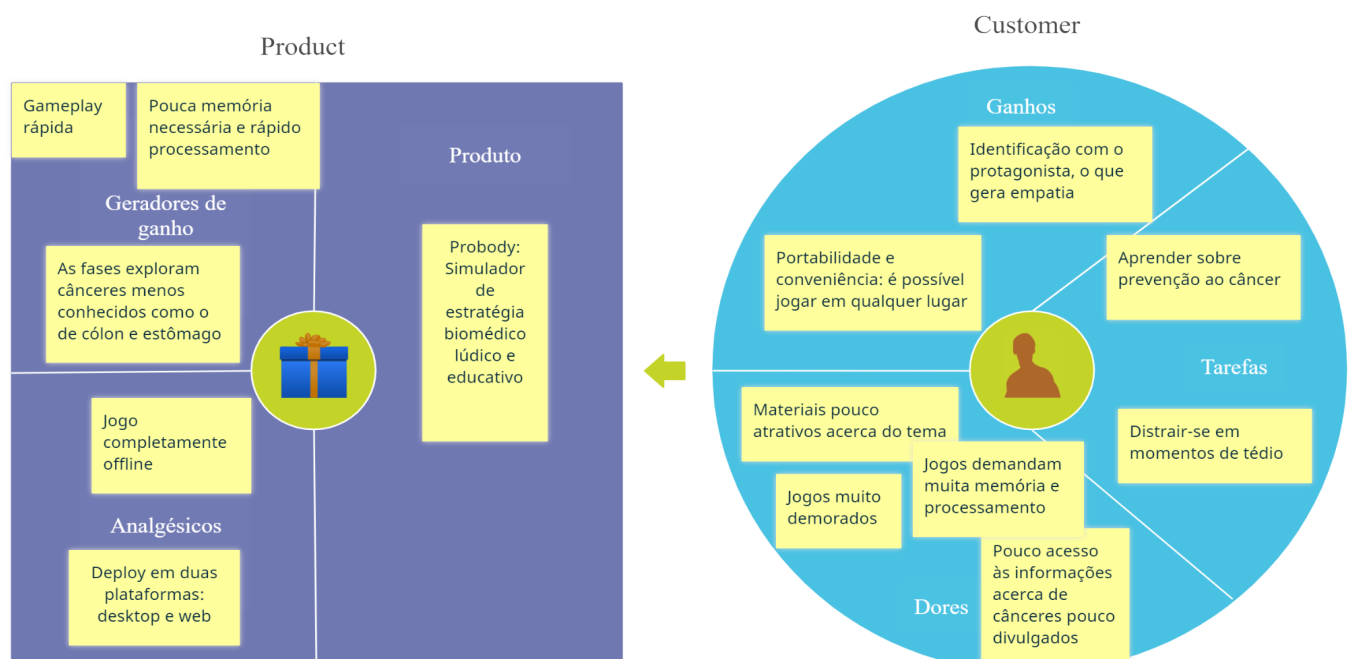
1.5 Análise do cenário: Matriz SWOT

Forças: <ul style="list-style-type: none">• Tema biomédico• Ensino didático e gradual de prevenção ao câncer• Aprofundamento considerável em como o câncer se desenvolve no corpo, abrangendo desde moléculas carcinogênicas até proto-oncogenes• Partidas rápidas	Oportunidades: <ul style="list-style-type: none">• Com exceção de “Bio Inc”, há pouca competição em jogos de estratégia médica e prevenção• Potencial de expansão para outras doenças preveníveis• Potencial de monetização através da venda de boosters e pontos extras
Fraquezas: <ul style="list-style-type: none">• Não estará disponível na App Store• Pouco conhecimento técnico da equipe desenvolvedora• Riscos de prejudicar o software ao cometer erros no GitHub• A equipe desenvolvedora é menor	Ameaças: <ul style="list-style-type: none">• A abordagem de assuntos sensíveis (no caso, câncer) pode incomodar alguns jogadores.• Contribuições open-source futuras podem desvirtuar a visão original para o projeto.

1.6 Proposta de Valor: Value Proposition Canvas

Probody é um simulador de estratégia biomédico que visa informar jovens de forma lúdica acerca da prevenção contra o câncer.

VALUE PROPOSITION CANVAS



1.7 Requisitos do Jogo

1.7.1 Requisitos coletados na entrevista com o cliente

O jogo deve:

- basear-se em uma ideia inovadora;
- direcionar-se para um público-alvo de 14 a 17 anos, estudante de escola pública;
- equilibrar o lúdico e o educativo para engajar os jogadores;
- conscientizar os jovens sobre bons hábitos para a prevenção de câncer;
- utilizar a mecânica de “ganhar” e “perder” para evidenciar os benefícios e malefícios de certos hábitos;
- impactar os jogadores positivamente, motivando-os a praticar atividades físicas, alimentar-se de forma saudável, limitar exposição solar prolongada, evitar o consumo de substâncias carcinogênicas, entre outros;
- encorajar o jovem a conscientizar a família acerca da prevenção contra o câncer;
- tratar do tema de forma sensível, excluindo situações muito dramáticas, especialmente se envolverem óbito;
- evitar passar ao jogador um sentimento de culpabilidade quanto ao surgimento de câncer.

O jogo pode envolver linfócitos, principalmente se atrelá-los ao jogador, criando a metáfora de “jogador como linfócito da família, monitorando a saúde”.



1.7.2 Persona

Laura, 16 anos, estudante do segundo ano do Ensino Médio do sistema escolar público. Moradora de Santana, na cidade de São Paulo. Jogadora casual em mobile.

Objetivos com o jogo: distrair-se e aprender mais sobre câncer.

Dores: jogos são muito longos e exigem demais do jogador, isto é, são demasiado viciantes. Jogos demandam muita memória do celular.

Tipos de jogos preferidos: simuladores de estratégia.

Interesses: conversar por Whatsapp, assistir a séries e animes, ler mangás e acompanhar canais de gameplay.

Biografia: Laura cresceu durante o auge dos youtubers gamers e acompanha muitos canais até hoje. Jogou muito Crossy Roads, Criminal Case e a linha Papa's quando criança, de modo que atualmente gosta de games de gerenciamento de tempo e simulação.

Conhecimentos sobre câncer: conhece apenas os fatores de risco mais comuns, como o hábito de fumar e a exposição prolongada ao sol. Entende que câncer é equivalente a tumor, mas não sabe como ele surge nem como se desenvolve no organismo. Tem interesse no assunto, mas não o estudaria por conta própria.

1.7.3 Gênero do jogo

Simulador de estratégia biomédico. O jogo não possui enredo fixo; em vez disso, o jogador assume a função de linfócito e monitora um avatar continuamente para garantir o combate a carcinógenos e a prevenção do câncer. Além disso, o aplicativo traz aspectos estratégicos por exigir um bom gerenciamento de recursos.

1.7.4 Histórias do jogo (Game stories) ou Histórias dos usuários (user stories)

Glossário:

- Celinha: célula de defesa (linfócito) que combate carcinógenos;
 - Avatar: entidade responsável por supervisionar diferentes partes do corpo e comandar o sistema imunológico contra o câncer. Controlado diretamente pelo jogador e sem representação gráfica;
 - Carcinógeno: substância cancerígena que transforma células saudáveis em cancerosas;
 - Célula cancerosa: célula danificada por carcinógenos. Cresce até o limiar crítico, resultando em game-over;
 - Manchetes de comportamento: barra na parte superior do jogo onde as ações do corpo (ficar muito tempo no sol, fumar, alimentar-se de carnes processadas, etc.) aparecem;
 - Âncora: NPC localizado na parte superior da tela, ao lado das manchetes de comportamento, para fins lúdicos;
 - Loja de hábitos: aba em que avatar pode adquirir bons hábitos. Esses bons hábitos diminuem a probabilidade de ataques de cada tipo de agentes cancerígenos;
 - Pontos: unidades fungíveis adquiridas através da destruição de carcinógenos e de células cancerosas. Podem ser trocadas por bons hábitos na loja de hábitos.
-

Game stories

- Como avatar, quero monitorar diferentes partes do corpo para identificar carcinógenos. (Parte 2)
- Como carcinógeno, quero corromper as células saudáveis do corpo humano para estimular o surgimento de um carcinoma. (Parte 2)
- Como carcinógeno, quero atacar mais de um órgão de uma vez, para assim, com mais facilidade, contaminar células saudáveis. (Parte 5)
- Como avatar, quero transformar os maus hábitos do corpo em bons para impedir que mais carcinógenos prejudiquem a saúde de órgãos específicos. (Parte 3)
- Como âncora, quero informar ao avatar a rotina do corpo e em quais órgãos há carcinógenos, para que ele saiba como proceder no jogo. (Parte 1)

- Como Celinha, quero neutralizar células cancerosas para que elas não se multipliquem descontroladamente e corrompam o avatar. (Parte 2)
- Como avatar, quero que os carcinógenos neutralizados sejam convertidos em pontos para poder comprar bons hábitos. (Parte 1)
- Como avatar, quero poder comprar todos os bons hábitos para minimizar o risco de câncer. (Parte 3)
- Como avatar, quero que, no jogo, esteja sempre tocando uma música envolvente, para que o jogador fique bem entretido. (Parte 4)
- Como Celinha, quero ter um design amigável para chamar a atenção do jogador. (Parte 1)
- Como célula cancerosa, quero ter um design de “vilão” para indicar qual o meu papel no jogo para o jogador. (Parte 3)
- Como avatar, quero poder visitar a loja de hábitos inúmeras vezes para ver quais são os hábitos disponíveis. (Parte 2)
- Como avatar, quero algo na tela principal que me ensine sobre diferentes cânceres e seus fatores de risco para definir minha estratégia no jogo. (Parte 1)
- Como avatar, quero clicar em carcinógenos para destruí-los. (Parte 2)
- Como avatar, quero que um menu principal me apresente ao jogo para que eu escolha o momento de iniciar. (Parte 3)
- Como avatar, quero escolher o sexo e o nome de meu corpo para me identificar mais com ele. (Parte 3)
- Como célula cancerosa, quero me desenvolver rapidamente após a colisão do carcinógeno para atingir mais partes do corpo. (Parte 2)
- Como avatar, quero que uma barra lateral me indique quais hábitos já comprei para que eu saiba o que priorizar no jogo. (Parte 3)
- Como avatar, quero que a música continue quando troco páginas, exceto quando clico em um órgão, para que haja continuidade em minha experiência. (Parte 2)
- Como corpo, quero envelhecer um estágio de vida em períodos regulares para completar meu ciclo de vida. (Parte 2)
- Como avatar, quero que os hábitos que compro tenham um efeito tangível nos fatores de risco de cada câncer para que eu entenda como certos hábitos afetam a saúde do corpo. (Parte 2)
- Como linfócito no modo NPC, quero que meus olhos acompanhem o mouse para que haja mais interação com o jogador. (Parte 3)
- Como avatar, quero que efeitos sonoros acompanhem a captura de carcinógenos para que eu saiba quanto obtive sucesso. (Parte 3)
- Como avatar, quero pausar o jogo para não ser prejudicado em momentos de distração. (Parte 3)
- Como avatar, quero mutar e desmutar o jogo para ter mais conforto durante a partida. (Parte 3)
- Como avatar, quero reiniciar o jogo para ter quantas chances desejar. (Parte 3)
- Como avatar, quero que efeitos sonoros acompanhem o game over para que eu entenda plenamente o que houve. (Parte 3)
- Como avatar, quero que efeitos sonoros agradáveis acompanhem a compra de hábito para que eu entenda mais intuitivamente o efeito positivo que eles têm. (Parte 3)
- Como avatar, quero voltar à tela principal automaticamente após vencer um ataque carcinógeno para compreender que tal evento acabou. (Parte 5)

- Como avatar, quero que um vetor de metabolismo saudável substitua a imagem do cursor nas telas de órgão para que o jogador entenda sua função no corpo humano. (Parte 4)

User stories

- Como Laura, quero jogar algo divertido para me distrair quando estou entediada.
 - Como Laura, quero jogar algo leve porque não tenho muita memória no meu dispositivo.
 - Como Laura, quero jogar algo rápido com começo, meio e fim, para terminar a partida de uma vez só.
 - Como Laura, quero jogar algo desafiador para não ficar entediada.
 - Como Laura, quero jogar algo gradativo para aprender conceitos novos aos poucos.
 - Como Laura, quero que em momentos específicos, tenha mais de um minigame acontecendo ao mesmo tempo, para incrementar a dificuldade do jogo
-

1.7.5 Mecânica

- O linfócito é movido pelos órgãos através das teclas W (para cima), A (para a esquerda), S (para baixo) e D (para a direita). Não há gravidade, pois ele está imerso em líquido;
 - O linfócito pode destruir as células cancerosas;
 - O jogador pode destruir as substâncias cancerígenas clicando com o botão esquerdo do mouse;
 - Cada célula cancerosa ou agente cancerígeno eliminados equivale ao ganho de um ponto de saúde;
 - O jogador acessa o minigame para combater o câncer clicando nos órgãos do corpo;
 - As fases do jogo são baseadas na idade do avatar (jovem, adulto, meia-idade e idoso), de modo que, quanto mais velho o personagem, mais ataques de carcinógenos acontecerão;
 - A loja de bons hábitos contém diversos hábitos saudáveis adequados para cada situação específica (praticar atividades físicas, passar protetor solar, comer alimentos não processados, etc). Cada bom hábito adquirido é refletido graficamente no pop-up do órgão relacionado e diminui a incidência de ataques nesse órgão;
 - Ganha-se ao chegar na idade idosa com saúde;
 - Perde-se ao deixar uma célula cancerosa crescer além do limite crítico;
 - Há um menu para iniciar, pausar e voltar ao jogo.
-

1.7.6 Fontes de Pesquisa / Imersão

Fonte

1.	Como surge o câncer: https://www.inca.gov.br/como-surge-o-cancer#:~:text=O%20processo%20de%20forma%C3%A7%C3%A3o%20do,origem%20a%20um%20tumor%20vis%C3%ADvel.
2.	Prováveis carcinógenos humanos: https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/general-info/known-and-probable-human-carcinogens.html
3.	Jogo Bio Inc: http://playbioinc.com
4.	Carcinógeno: https://www.wikiwand.com/en/Carcinogen
5.	Pac-Man
6.	Mecanismos naturais que protegem contra o câncer: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14687712/

2. Game Design

2.1 História do Jogo

Probody gira em torno de um adolescente, denominado Corpo para os fins deste documento, que possui diversos hábitos negativos. Esses hábitos, por sua vez, inserem substâncias cancerígenas em seu corpo, danificando os tecidos dos órgãos e aumentando a chance de o proto-oncogene, responsável pelo surgimento do câncer, ser ativado.

O Corpo, ao perceber tais substâncias, mobiliza seu metabolismo e células de defesa. O primeiro é representado pelo mouse do jogador, através de uma imagem intuitiva, enquanto o segundo personifica-se na Celinha, controlada pelo jogador através do teclado. Nesse sentido, o jogador pode conter as ameaças através do clique e da colisão, dependendo de seu tipo (carcinógeno ou célula cancerosa). A cada neutralização, ganha-se um ponto que poderá ser trocado por hábitos na loja.

Entretanto, conforme o Corpo cresce, passando pelas fases de jovem adulto, adulto de meia-idade, por exemplo, sua imunidade tende a piorar. Assim, a partir de certo ponto, mais de um câncer poderá acontecer simultaneamente, de modo que o jogador precisará gerir bem seus recursos para manter sua saúde em dia.

A vitória em Probody consiste em alcançar a terceira idade em boa saúde. Similarmente, o game over acontece quando um câncer se estabelece no metabolismo.

2.2 Fluxo do Jogo e Níveis

Probody não possui níveis no sentido tradicional do termo. Em vez disso, o jogo adequa-se dinamicamente tanto à performance do jogador quanto à passagem de tempo *in-game*. Nesse contexto, a dificuldade é controlada por índices de risco de câncer. Tais índices consistem em uma função matemática que leva em consideração todos os hábitos negativos do Corpo, juntamente de sua idade, e calcula suas chances de desenvolver câncer a partir deles. Assim, o jogo torna-se mais fácil quando os índices de risco são menores e mais difícil conforme eles aumentam, podendo variar de dificuldade inúmeras vezes em uma única partida.

O início do jogo também contém um tutorial que apresenta o jogador às diferentes funcionalidades e mecânicas do aplicativo.

Flowchart: https://miro.com/app/board/uXjVOKee8Dw=?invite_link_id=977679478303

2.3 O Mundo do Jogo

2.3.1 Locações Principais e Mapa

A tela principal do jogo é um painel que contém 1) o Corpo, com certos órgãos clicáveis; 2) um contêiner inferior contendo o nome e idade do Corpo, juntamente de ícones relacionados a cada tipo de câncer. Ao passar o mouse por cima de cada ícone, um pop-up aparece com mais detalhes; 3) um contêiner superior contendo a ilustração de um âncora de jornal para efeitos cômicos e um *label* que o informa o que o Corpo tem feito; 4) um ícone que leva à loja de hábitos; 5) um pop-up que marca os hábitos já comprados.

Ao clicar em um órgão, a cena muda para um zoom-in da região escolhida. Nesse sentido, o “mapa” segue o formato do órgão em questão.

A loja de hábitos, acessível através da tela principal, contém diversos ícones, cada um relacionado a um hábito diferente.

Flowchart: https://miro.com/app/board/uXjVOJxfQYg=?invite_link_id=327122251010

2.3.2 Navegação pelo Mundo

Na tela principal, a navegação é por meio de cliques em botões (loja de hábitos, órgãos) e *hovering* (detalhes sobre cada câncer). Dentro de cada órgão, a navegação se dá por cliques no botão de “VOLTAR” e pelas teclas de seta e espaço, que movimentam a Celinha.

2.3.3 Escala

Os carcinógenos são a menor estrutura do jogo. Se os consideramos como 1, tem-se que a Celinha atinge 1,5. Portanto, o órgão que a circunda, ocupando a maior parte da tela, chega a cerca de 60. Evidentemente, essa escala não condiz com a realidade, em que cada órgão seria milhões de vezes maior que uma célula, e sim com o tamanho relativo das estruturas gráficas.

Semelhantemente, na tela principal, a escala real teria o corpo humano como dezenas de vezes maior que um órgão, enquanto os diversos elementos de menu seriam indefinidos por não existirem fora do computador. Já do ponto de vista gráfico, o corpo chega a 30. O menu inferior é 20 e o superior 15. O ícone para comprar hábitos é 3, assim como o *label* de pontos.

2.3.4 Ambientação

O jogo ocorre dentro do corpo humano, em específico no interior dos órgãos. Cada órgão tem sua própria cena, a qual pode ser selecionada através da imagem do corpo inteiro da tela principal.

2.3.5 Tempo

Probody acompanha o crescimento e consequentemente envelhecimento do Corpo. Esse processo é dividido nos estágios Jovem, Adulto, Meia-Idade e Terceira Idade. Cada estágio dura um minuto e meio.

Além disso, o caráter dinâmico do jogo exige que o jogador gerencie seu tempo eficientemente. Em muitos momentos, haverá carcinógenos em diversos órgãos simultaneamente, de modo que o jogador precisará avaliar seus riscos e recursos a fim de decidir que área priorizar.

Por fim, um timer de um segundo é utilizado para criar os carcinógenos. A cada rodada, mais um é criado. Outro timer é implementado na aparição do texto na manchete, em que um caractere aparece a cada 0,1 segundos.


2.4 Base de Dados

2.4.1 Inventário


2.4.1.1 Itens Consumíveis

HÁBITOS SAUDÁVEIS (PARA TROCA DE PONTOS)


Exercício físico

	Descrição	Exercício físico que diminui as taxas de risco de todos os tipos de câncer.
	Valor de cura	Diminui 100% no fator de exercício físico de todos os cânceres.


Vacina contra o HPV

	Descrição	Vacina que diminui as chances de câncer de colo de útero.
	Valor de cura	Diminui 100% no fator específico de câncer de colo de útero.


Alimentação saudável

	Descrição	Alimentação balanceada que diminui a taxa de risco de todos os tipos de câncer.
	Valor de cura	Diminui 100% no fator de alimentação de todos os cânceres.


Exame de rotina no urologista

	Descrição	Exame de rotina que diminui os riscos de câncer de próstata.
	Valor de cura	Permite que o usuário pule a fase especial caso um câncer de mama se desenvolva.


Protetor solar

	Descrição	Uso de protetor solar protege contra os raios UV e diminui o risco de câncer de pele.
	Valor de cura	Diminui 75% do fator específico de câncer de pele.


Parar de beber bebidas alcoólicas

	Descrição	Não consumir bebidas alcoólicas diminui os riscos de câncer de fígado.
	Valor de cura	Diminui 100% do fator específico do câncer de fígado.

Parar de comer alimentos processados

	Descrição	Evitar o consumo de alimentos processados diminui os riscos de câncer de intestino.
	Valor de cura	Diminui em 100% do fator específico de câncer de intestino.

Parar de fumar

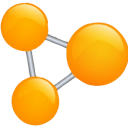
	Descrição	Evitar o consumo de cigarros ou fumar, no geral, diminui os riscos de câncer de pulmão.
	Valor de cura	Diminui em 100% do fator específico de câncer de pulmão.

2.4.2 Bestiário (opcional)


Ações do Corpo (textos a aparecer no contêiner superior, indicando os maus hábitos do jogador)

	Câncer de pulmão	"O Avatar fumou"
--	-------------------------	------------------

Agente cancerígeno

		Substância cancerígena responsável por atacar os órgãos.
---	--	--

Célula cancerosa

		Célula com proto-oncogene ativado. Cresce até iniciar um câncer.
---	--	--

2.4.3 Balanceamento de Recursos

Enemy Chart

Não se aplica totalmente a Probody no momento devido à adequação de dificuldade dinâmica, conforme discutido anteriormente. Nesse sentido, é o acúmulo de cânceres em um curto espaço de tempo e as muitas informações que

devem ser memorizadas (como a relação ação-órgão-prevenção) que alteram o nível de dificuldade. Ainda assim, pode-se diferenciar o jogo em três modos, cuja classificação modifica os tipos de câncer disponíveis.

Tipo Inimigo	Jovem	Adulto	Meia-Idade
Câncer de pulmão	não	sim	sim
Câncer de pele	sim	sim	sim
Câncer de fígado	não	sim	sim
Câncer de intestino	sim	sim	sim
Câncer de estômago	não	não	sim
Câncer de próstata	não	sim	sim
Câncer de colo de útero	não	sim	sim
Total	2	6	7

Hábitos

Tipo de Item	Preço
Não fumar	35
Exercitar-se	40
Alimentação saudável	40
Passar protetor solar	20
Ir ao urologista/tomar vacina	25
Evitar álcool	30
Evitar comer comida processada	25

3. Level Design

Não se aplica. As diferenças entre os módulos citados na última seção referem-se apenas à quantidade de cânceres possíveis em um dado momento.

4. Personagens

Character Appearance Chart

Personagem	Estreia
Celinha	Tutorial
Agente cancerígeno	Tutorial
Âncora	Tutorial
Corpo	Tutorial

Os personagens do jogo são a célula Celinha, os agentes cancerígenos, o âncora e o Corpo. No jogo, a célula Celinha e os agentes cancerígenos/células cancerosas apresentam papéis antagônicos, enquanto o âncora atua como narrador. Já o Corpo consiste no corpo que Celinha deve proteger.

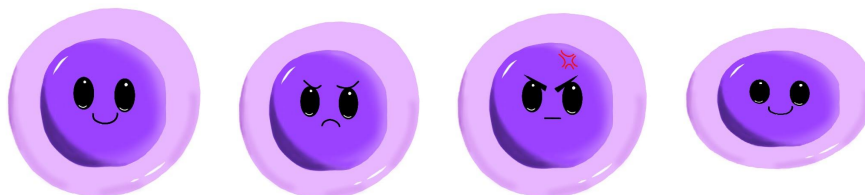
4.1 Personagens Controláveis

Celinha

4.1.1 Backstory

Celinha é uma célula de defesa do Corpo. Ela deve ajudá-lo a combater substâncias cancerígenas através da mitigação direta dentro de cada órgão afetado.

4.1.2 Concept Art



(Imagens autorais)

4.1.3 Ações Permitidas

Celinha é capaz de movimentar-se livremente nos órgãos do corpo. Seu único impedimento são os próprios tecidos e delineados de cada região. Capturar células cancerosas através da colisão.

4.1.4 Momento de Aparição

Sua primeira aparição é no tutorial do jogo. Após isso, Celinha aparece nos órgãos do corpo humano, cada vez que o jogador os seleciona na tela principal.

4.2 Common Non-Playable Characters (NPC)

4.2.1 Agentes Cancerígenos

No jogo, os agentes cancerígenos atuam de maneira a afetar os órgãos do corpo humano, sendo, portanto, os antagonistas do game. Estes agentes cancerígenos aparecem quando o corpo humano realiza alguma atividade não saudável, como por exemplo, fumar. Ao aparecerem, elas irão começar seus ataques no corpo humano, e cabe ao sistema imunológico defendê-lo desses agentes. Seu comportamento será de se mover em direções aleatórias, a fim de encostar nas paredes dos órgãos. Caso consigam, irão gerar células cancerosas após certa quantidade de batidas nas paredes.

4.2.1 Células cancerosas

São o último limiar antes do game over. Surgem quando um carcinógeno bate muitas vezes (o número específico é sorteado para cada carcinógeno) na parede do órgão. Nesse ponto, elas começam a crescer descontroladamente até que o câncer se inicia e a partida é perdida.

4.3 Special Non-Playable Characters (NPC)

4.3.1 Âncora

Este NPC é o guia do jogador. Tem a função de informar o que o Corpo tem feito. Suas ações serão limitadas a barras de texto na tela, contendo resumos de como o Corpo se comportou.

4.3.2 Corpo

O Corpo é, de certa forma, o co-protagonista de Probody. É nele que Celinha mora e é ele que ela deve proteger. O Corpo inicia o jogo como um jovem e envelhece com o decorrer do tempo. Não é considerado um personagem controlável porque pode ser apenas indiretamente influenciado pelos hábitos adquiridos pelo jogador.

5. Qualidade de Software

5.1 Teste de Usabilidade

Ao longo dos testes, pudemos notar que o jogo apresentava muitos bugs no que diz respeito à passagem de tempo e ao funcionamento de algumas mecânicas, como botões de retorno. Além disso, muitos jogadores tiveram dificuldades em descobrir como proceder dentro do jogo, uma vez que algumas instruções não ficaram muito claras. Entretanto, o design do jogo e sua ideia central foi bem elogiada, levando o jogo a atingir uma nota média de 7.

Número de testes: 6

Pontos positivos:

- O jogo é bem bonito;
- O jogo é divertido;
- A anatomia é compreensível e autêntica.

Pontos de melhoria:

- O jogo é pouco intuitivo;
- O jogo possui alguns bugs;
- O jogo é muito rápido;
- Algumas funções são pouco compreensíveis.

Número do teste: 1

Nome e perfil do tester: Israel, 17 anos

Registros:

O jogador conseguiu começar o jogo e entendeu a mecânica, porém, devido a alguns bugs, teve problemas para avançar. Além disso, terminou o jogo com facilidade demais.

Perguntas feitas:

- Numa escala de 0 a 10, quanto você se divertiu nesse jogo?

Resposta: 7

- O que você gostou no jogo?

Resposta: O fato de você poder ir para vários órgãos e combater o câncer localmente.

- O que poderia melhorar no jogo?

Resposta: Deixar o jogo menos bugado, o tempo um pouco mais lento, melhorar a indicação de qual órgão deve ser seguido, aumentar o foco na loja de bons hábitos (ou tirar ela porque eu não usei ela nenhuma vez), e aumentar a dificuldade do jogo, pois está muito fácil. Além do mais, acha que precisa aumentar a quantidade de carcinógenos e o tempo em cada fase e botar tela de confirmar compra em vez de comprar diretamente, já que pode haver equívocos e não conseguir o dinheiro de volta.

Obs: foi observado que o jogador ficou entediado com o tutorial e ficou perdido (não soube para qual órgão ir, mas conseguiu eliminar os carcinógenos)

Número do teste: 2

Nome e perfil do tester: Alysson, 21 anos

Registros:

O jogador conseguiu iniciar o jogo bem, porém, ficou confuso no que diz respeito ao órgão que cada mau hábito afeta. Além disso, o jogador achou que as informações abordadas no jogo acerca do câncer são superficiais. No final, conseguiu terminar o jogo de forma muito fácil, mais até do que seria o ideal.

Perguntas feitas:

- Numa escala de 0 a 10, quanto você se divertiu nesse jogo?

Resposta: 6

- O que você gostou no jogo?

Resposta: O design ficou muito bonito e as ilustrações são ótimas para aprender a anatomia. Através de uma delas teve noção de como é uma próstata, algo que nunca havia visto.

- O que poderia melhorar no jogo?

Desbloquear o “start” apenas depois de ver o tutorial, palavras destacadas (termos) em negrito ou clicáveis para mostrar o significado ao invés de deixar suas explicações no tutorial, o jogo está superficial no que diz respeito às informações acerca do combate ao câncer. Além disso, agregou o ponto de rever o contador de tempo na tela inicial, pois não está dando tempo de ver e compreender os pop-ups com informações dos órgãos, de modo que essa funcionalidade acaba sendo inutilizada. O usuário também pediu para trabalhar com sistemas, por exemplo, sistema digestivo (todos os órgãos desse sistema são afetados, não somente o cólon ao comer excessivamente alimentos processados), assim como melhorar as instruções da manchete.

Obs: foi observado que o jogador não teve paciência para ver o tutorial e o pulou, mas foi recebido um feedback positivo quanto ao tamanho da fonte, pois o jogador disse que é ótimo para jovens que possuem miopia. Ele também pensou que, para iniciar cada fase, era preciso clicar nos pop-ups em vez de clicar nas ilustrações presentes no corpo humano.

Número do teste: 3

Nome e perfil do tester: Andrei, 15 anos

Registros:

O jogador conseguiu iniciar o jogo tranquilamente, mas teve problemas para descobrir onde atuar no que diz respeito ao desenvolvimento dos cânceres. Além disso, após descobrir como o jogo de fato funcionava, conseguiu chegar ao final do jogo com muita facilidade.

Perguntas:

- Numa escala de 0 a 10, quanto você se divertiu nesse jogo?

Resposta: 8

- O que você gostou no jogo?

Resposta: O design ficou muito bonito.

- O que poderia melhorar no jogo?

Resposta: O tutorial ficou muito longo, falta uma explicação de onde cada mau hábito pode desenvolver um câncer, leva muito tempo pra idade trocar e é necessário uma calibragem na dificuldade do jogo, pois está muito complexo no começo e tende a ficar mais difícil com o passar do tempo.

Número do teste: 4

Nome e perfil do tester: Jéssica, 17 anos

Registros:

A jogadora achou o jogo meio repetitivo, teve dificuldade com os controles. Ainda assim, a jogadora aprendeu algumas coisas no que diz respeito à necessidade de evitar os maus hábitos. Durante o teste, apresentou foco, mas não conseguiu acompanhar totalmente por causa da rapidez do jogo e em certo momento admitiu se sentir em uma aula.

Perguntas:

- Numa escala de 0 a 10, quanto você se divertiu nesse jogo?

Resposta: 7

- O que você gostou no jogo?

Resposta: Gostou de conhecer o corpo humano e a competitividade.

- O que poderia melhorar no jogo?

Resposta: Diminuir a velocidade do jogo, mostrar de forma mais clara como acessar os minigames e deixar mais claro o funcionamento dos botões.

Número do teste: 5

Nome e perfil do tester: João Victor, 18 anos

Registros:

O jogo não descreve muito bem onde se deve clicar no começo e fica repetitivo depois de algum tempo gasto jogando.

Perguntas:

Numa escala de 0 a 10, quanto você se divertiu nesse jogo?

Resposta: 7

O que você gostou no jogo?

Resposta: Gostou do tempo do jogo e da aplicabilidade de conhecimentos prévios acerca do assunto.

O que poderia melhorar no jogo?

Resposta: Diminuiria o tutorial e o deixaria mais didático, tiraria a música do início do jogo e adicionaria pop-ups para descrever certas informações do jogo.

Número do teste: 6

Nome e perfil do tester: Henrique Danielevz, 17 anos

Obs: esse usuário foi testado após as modificações que foram baseadas nos feedbacks dos usuários anteriores (usuários 1 até 5)

Perguntas:

- Numa escala de 0 a 10, quanto você se divertiu nesse jogo?

Resposta: Nota: 8

- O que você gostou no jogo?

O design ficou muito bom, as representações são claras e a anatomia é fidedigna.

- O que poderia melhorar no jogo?

Observou que a loja de hábitos não faz muito efeito e apontou a necessidade do tempo ser maior, pois na hora que os órgãos são afetados, não há tempo suficiente para salvar dois simultaneamente. O usuário também acrescentou

a dificuldade na associação dos órgãos com base nas descrições e o fato do jogo ficar com tela cinza após entrar no tutorial através do menu.

Melhorias implementadas no jogo com base nos dados coletados dos jogadores

- O tempo foi aumentado para permitir o jogador acompanhar o jogo na tela de início;
- A velocidade do jogo foi diminuída para facilitar o jogador a cumprir sua tarefa;
- O nível de dificuldade foi calibrado;
- A maior parte dos bugs foram consertados;
- O tutorial foi comprimido e abordou informações mais precisas;

5.2 Normas de Qualidade

Adequação	Propõe-se a fazer o que é apropriado?	Sim, a concepção de Probody atende às expectativas e requisitos do cliente, conforme estabelecido no GDD.
Acurácia	Gera resultados corretos ou conforme acordados?	Sim, nossos resultados atendem corretamente aos requisitos estabelecidos pelo cliente e a nossa documentação.
Interoperabilidade	É capaz de interagir com os sistemas especificados?	Sim, o jogo funcionará em todas as plataformas especificadas.
Segurança de acesso	Evita o acesso não autorizado, acidental ou deliberado a programas e dados?	Não é aplicável. O jogo, em sua versão final de executável, não terá agentes aos quais o acesso será restrito. Também não coletará dados privados de seus usuários.
Conformidade	Está de acordo com normas e convenções previstas em leis e descrições similares?	Sim, não infringimos nenhum tipo de lei, como a proteção a direitos autorais, e ainda tomamos cuidado para tratar do assunto de câncer da forma mais sensível possível.
Maturidade	Com que frequência apresenta falhas?	Não muito frequentemente. O jogo roda normalmente na maior parte do tempo, tendo falhas apenas em corner-cases específicos, especialmente no que tange a erros computacionais fora da alçada do código.
Tolerância a falhas	Ocorrendo falhas como ele reage?	Caso haja uma falha crítica, os eventos do jogo congelam. Nesse sentido, pode-se recomeçar a partida através do botão de pausa.
Recuperabilidade	É capaz de recuperar dados após uma falha?	Não, afinal, não temos nenhum tipo de mecanismo para salvar os dados após o encerramento de uma sessão.
Inteligibilidade	É fácil entender os conceitos utilizados?	Sim, tanto a documentação quanto o código são escritos de forma clara, objetiva e, em sua maior parte, em voz ativa e períodos simples.
Apreensibilidade	É fácil aprender a usar?	Sim, o jogo apresenta um tutorial completo para o jogador.
Operacionalidade	É fácil de operar e controlar a operação?	Sim. A interface com todos os seus botões, áreas clicáveis e elementos dinâmicos apresentam design simples e fácil de usar.
Comportamento em relação ao tempo	Qual é o tempo de resposta e de processamento?	O jogo é leve, por este motivo, o tempo de resposta e processamento dele são bem rápidos (< 0,1s)

Comportamento em relação aos recursos	Quanto recurso utiliza?	Também por ser leve, o jogo utiliza pouco recurso das máquinas nas quais ele roda.
Analisabilidade	É fácil encontrar uma falha quando ocorre?	Não.
Modificabilidade	É fácil modificar e remover defeitos?	Sim. Uma vez que o código possui descrições bem claras das funcionalidades do jogo, torna-se mais fácil a correção de possíveis defeitos.
Estabilidade	Há grandes riscos de bugs quando se faz alterações?	Sim. A estrutura de nós do Godot faz com que alterações pequenas em um script afetem potencialmente toda uma cena do jogo.
Testabilidade	É fácil testar quando se faz alterações?	Sim. A exportação é rápida e simples, permitindo a testagem em poucos minutos após o fim do desenvolvimento.
Adaptabilidade	É fácil adaptar a outros ambientes sem aplicar outras ações ou meios além dos fornecidos para esta finalidade no software considerado?	Sim. O ambiente de desenvolvimento Godot permite a exportação para diversas plataformas.
Capacidade para ser instalado	É fácil instalar em outros ambientes?	Sim. Na versão final, o jogo poderá ser jogado online ou através de executáveis de fácil instalação em desktop.
Capacidade para substituir	É fácil substituir por outro software?	Sim. Há outros simuladores biomédicos disponíveis no mercado.
Conformidade	Está de acordo com padrões ou convenções de portabilidade?	Sim, o jogo roda em Web e Windows.

6. Relatório - Física e Matemática

6.1 Funções

Função para movimento do personagem (implícita no `move_and_collide()`)

Distância relativa ao ponto inicial = vetor de velocidade * delta de tempo

No código, o cálculo da distância a ser percorrida pelo personagem é dividido em duas partes. Na primeira, a velocidade é identificada através de um vetor de movimento relativo. Nesse sentido, por estar associada a certas teclas, pode-se interpretá-la como `Vector2/toques` na tecla. Já na segunda parte, esse vetor é enviado ao `move_and_collide()`, que é chamado continuamente pelo `_physics_process()`, mas só executa o deslocamento quando as teclas indicadas são acionadas e a velocidade (`Vector2`), consequentemente, é diferente de zero. Logo, toda a estrutura resume-se a distância = (distância / teclas) * teclas.

```

if Input.is_action_pressed("space"):
>| if Input.is_action_pressed("ui_up"):
>| >| moving = true
>| >| velocity = Vector2(0, -2)
>| if Input.is_action_pressed("ui_down"):
>| >| velocity = Vector2(0, 2)
>| >| moving = true
>| if Input.is_action_pressed("ui_left"):
>| >| velocity = Vector2(-2, 0)
>| >| moving = true
>| if Input.is_action_pressed("ui_right"):
>| >| velocity = Vector2(2, 0)
>| >| moving = true

```

```

var collision = $CeliaCell.move_and_collide(velocity)

```

Função para calcular risco de câncer

Risco (em %) = $0.25 * \text{má alimentação} + 0.25 * \text{sedentarismo} + 0.50 * \text{maus hábitos específicos}$

Probody apresenta barras de risco de desenvolvimento de câncer para cada neoplasia tratada. A função geral leva em consideração os fatores gerais de má alimentação e sedentarismo em conjunto com fatores específicos que variam para cada tipo de câncer. Os valores associados a esses fatores dependem dos hábitos adquiridos e melhorados na loja de hábitos. Assim, quanto mais saudáveis os hábitos, menor será o risco do câncer relacionado.

A representação gráfica do cálculo, assim como sua função matemática, está disponível abaixo:

```

func set_cancer_bar(value):
>| $CancerBar.value = value

```



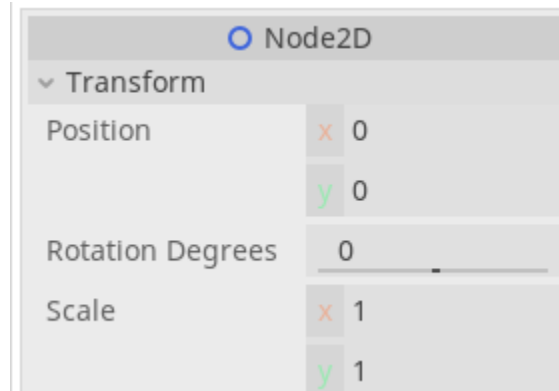
```

func get_cancer_risk():
>| cancerRisk[ORGANS.SKIN] = basalRisk + int(unhealthyEating) * 20 + int(sedentary) * 20 + sunDaily * 50
>| cancerRisk[ORGANS.INTESTINES] = basalRisk + int(unhealthyEating) * 20 + int(sedentary) * 20 + processedFood * 50
>| cancerRisk[ORGANS.UTERUS] = basalRisk + int(unhealthyEating) * 20 + int(sedentary) * 20 + irresponsibleSex * 50
>| cancerRisk[ORGANS.LIVER] = basalRisk + int(unhealthyEating) * 20 + int(sedentary) * 20 + alcoholism * 50
>| cancerRisk[ORGANS.PROSTATE] = basalRisk + int(unhealthyEating) * 20 + int(sedentary) * 20 + noUrologistVisit * 50
>| cancerRisk[ORGANS.STOMACH] = basalRisk + int(unhealthyEating) * 20 + int(sedentary) * 20 + smoking * 50
>| cancerRisk[ORGANS.LUNGS] = basalRisk + int(unhealthyEating) * 20 + int(sedentary) * 20 + smoking * 50

```

6.2 Cinemática Unidimensional

Probody utiliza as grandezas de posição e velocidade. Em primeiro plano, conforme o padrão do Godot, todos os nós derivados de Node2D possuem um atributo de posição que salva a localização do elemento na cena.



Exemplo de atributos de posição em um Node2D

Nesse sentido, a geração de carcinógenos nos órgãos utiliza o “position” para definir o ponto onde esse agente cancerígeno surgirá. Assim, a cena de carcinógenos, que serve como template para todos os inimigos, é instanciada inúmeras vezes, tendo seu ponto inicial sorteado a cada “spawn”.

```

var badMoleculeScene = badMolecule.instance() # Cria o carcinógeno
var locationPoint = rng.randi_range(1, 8) # Sorteia um número entre 1 e 8
# O bloco abaixo escolhe uma posição de onde o carcinógeno vai surgir segundo
# o locationPoint. Os nós PositionX para encontrar os pixels de posição.
# Já a velocidade indica também a direção na qual o carcinógeno será criado.
if locationPoint == 1:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(600, 200)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-100, -20), rand_range(-160, -70))
elif locationPoint == 2:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(337, 385)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-100, -20), rand_range(-160, -70))
elif locationPoint == 3:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(436, 382)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(160, 70), rand_range(-160, -70))
elif locationPoint == 4:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(226, 144)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(160, 70), rand_range(160, 70))
elif locationPoint == 5:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(140, 306)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-100, -20), rand_range(-100, -20))
elif locationPoint == 6:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(226, 144)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(160, 70), rand_range(160, 70))
elif locationPoint == 7:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(358, 229)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-160, -70), rand_range(160, 70))

```

Ademais, a grandeza velocidade é empregada implicitamente no movimento da Celinha e dos carcinógenos. Isso se dá através do método `move_and_collide()`. Nesse caso, o argumento passado é um `Vector2` que indica tanto a direção do movimento, por meio da soma vetorial de suas coordenadas, quanto a velocidade, de acordo com a magnitude do vetor resultante.

```

var badMoleculeScene = badMolecule.instance() # Cria o carcinógeno
var locationPoint = rng.randi_range(1, 8) # Sorteia um número entre 1 e 8
# O bloco abaixo escolhe uma posição de onde o carcinógeno vai surgir segundo
# o locationPoint. Os nós PositionX para encontrar os pixels de posição.
# Já a velocidade indica também a direção na qual o carcinógeno será criado.
if locationPoint == 1:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(600, 200)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-100, -20), rand_range(-160, -70))
elif locationPoint == 2:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(337, 385)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-100, -20), rand_range(-160, -70))
elif locationPoint == 3:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(436, 382)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(160, 70), rand_range(-160, -70))
elif locationPoint == 4:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(226, 144)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(160, 70), rand_range(160, 70))
elif locationPoint == 5:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(140, 306)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-100, -20), rand_range(-100, -20))
elif locationPoint == 6:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(226, 144)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(160, 70), rand_range(160, 70))
elif locationPoint == 7:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(358, 229)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-160, -70), rand_range(160, 70))

```

Sorteio de posição de ponto inicial para cada carcinógeno

```

func get_direction():
>I var direction = Vector2.ZERO
>I if isMoving:
>I >I if Input.is_action_pressed("ui_up"):
>I >I >I direction += Vector2(0, -1)
>I >I if Input.is_action_pressed("ui_down"):
>I >I >I direction += Vector2(0, 1)
>I >I if Input.is_action_pressed("ui_left"):
>I >I >I direction += Vector2(-1, 0)
>I >I if Input.is_action_pressed("ui_right"):
>I >I >I direction += Vector2(1, 0)
>I return direction.normalized()

```

Método que define direção do vetor da Celinha a partir do input do jogador


```

func get_movement():
>|   var direction = get_direction()
>|   if Input.is_action_pressed("shift"):
>|   >|   return direction * 5.5
>|   else:
>|   >|   return direction * 2.5

```

Método que define vetor de velocidade da Celinha ao multiplicar o vetor de direção pela magnitude da velocidade desejada

6.3 Vetores

Conforme detalhado na seção 6.1, Vector2 é utilizado para determinar a velocidade e direção da movimentação dos personagens Celinha e carcinógenos. Nesse sentido, aparecem na instância abaixo, no script Lung.gd, para definir a velocidade da Celinha.

```

if Input.is_action_pressed("space"):
>|   if Input.is_action_pressed("ui_up"):
>|   >|   moving = true
>|   >|   velocity = Vector2(0, -2)
>|   if Input.is_action_pressed("ui_down"):
>|   >|   velocity = Vector2(0, 2)
>|   >|   moving = true
>|   if Input.is_action_pressed("ui_left"):
>|   >|   velocity = Vector2(-2, 0)
>|   >|   moving = true
>|   if Input.is_action_pressed("ui_right"):
>|   >|   velocity = Vector2(2, 0)
>|   >|   moving = true
.
.
.
var collision = $CeliaCell.move_and_collide(velocity)

```

Similarmente, na criação de carcinógenos, suas velocidades e direções são definidas a partir de Vector2s. Em ambos os casos, a direção é derivada do sinal das coordenadas x e y, enquanto a velocidade vem de suas magnitudes.

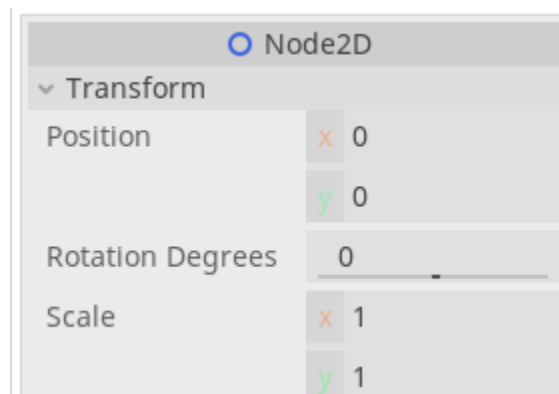
```

if locationPoint == 1:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(600, 200)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(-50, 100)
elif locationPoint == 2:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(337, 385)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(-50, -100)
elif locationPoint == 3:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(436, 382)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(100, -100)
elif locationPoint == 4:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(226, 144)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(100, 100)
elif locationPoint == 5:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(140, 306)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(50, -50)
elif locationPoint == 6:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(226, 144)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(100, 100)
elif locationPoint == 7:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(358, 229)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(-100, 100)
elif locationPoint == 8:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(652, 392)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(-100, -100)

```

6.4 Cinemática Bidimensional e mais

Assim como no caso da cinemática unidimensional, utiliza-se também as grandezas de posição e velocidade para movimentos bidimensionais. Em primeiro plano, conforme o padrão do Godot, todos os nós derivados de Node2D possuem um atributo de posição que salva a localização do elemento na cena.



Exemplo de atributos de posição em um Node2D

Nesse sentido, a geração de carcinógenos nos órgãos utiliza o “position” para definir o ponto onde esse agente cancerígeno surgirá. Assim, a cena de carcinógenos, que serve como template para todos os inimigos, é instanciada inúmeras vezes, tendo seu ponto inicial sorteado a cada “spawn”.

```
var badMoleculeScene = badMolecule.instance() # Cria o carcinógeno
var locationPoint = rng.randi_range(1, 8) # Sorteia um número entre 1 e 8
# O bloco abaixo escolhe uma posição de onde o carcinógeno vai surgir segundo
# o locationPoint. Os nós PositionX para encontrar os pixels de posição.
# Já a velocidade indica também a direção na qual o carcinógeno será criado.
if locationPoint == 1:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(600, 200)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-100, -20), rand_range(-160, -70))
elif locationPoint == 2:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(337, 385)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-100, -20), rand_range(-160, -70))
elif locationPoint == 3:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(436, 382)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(160, 70), rand_range(-160, -70))
elif locationPoint == 4:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(226, 144)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(160, 70), rand_range(160, 70))
elif locationPoint == 5:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(140, 306)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-100, -20), rand_range(-100, -20))
elif locationPoint == 6:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(226, 144)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(160, 70), rand_range(160, 70))
elif locationPoint == 7:
>I badMoleculeScene.position = Vector2(358, 229)
>I badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-160, -70), rand_range(160, 70))
```

Ademais, a grandeza velocidade é empregada implicitamente no movimento da Celinha e dos carcinógenos. Isso se dá através do método `move_and_collide()`. Nesse caso, o argumento passado é um `Vector2` que indica tanto a direção do movimento, por meio da soma vetorial de suas coordenadas, quanto a velocidade, de acordo com a magnitude do vetor resultante.

```

var badMoleculeScene = badMolecule.instance() # Cria o carcinógeno
var locationPoint = rng.randi_range(1, 8) # Sorteia um número entre 1 e 8
# O bloco abaixo escolhe uma posição de onde o carcinógeno vai surgir segundo
# o locationPoint. Os nós PositionX para encontrar os pixels de posição.
# Já a velocidade indica também a direção na qual o carcinógeno será criado.
if locationPoint == 1:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(600, 200)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-100, -20), rand_range(-160, -70))
elif locationPoint == 2:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(337, 385)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-100, -20), rand_range(-160, -70))
elif locationPoint == 3:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(436, 382)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(160, 70), rand_range(-160, -70))
elif locationPoint == 4:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(226, 144)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(160, 70), rand_range(160, 70))
elif locationPoint == 5:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(140, 306)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-100, -20), rand_range(-100, -20))
elif locationPoint == 6:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(226, 144)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(160, 70), rand_range(160, 70))
elif locationPoint == 7:
>| badMoleculeScene.position = Vector2(358, 229)
>| badMoleculeScene.velocity = Vector2(rand_range(-160, -70), rand_range(160, 70))

```

Sorteio de posição de ponto inicial para cada carcinógeno

```

func get_direction():
>| var direction = Vector2.ZERO
>| if isMoving:
>| >| if Input.is_action_pressed("ui_up"):
>| >| >| direction += Vector2(0, -1)
>| >| if Input.is_action_pressed("ui_down"):
>| >| >| direction += Vector2(0, 1)
>| >| if Input.is_action_pressed("ui_left"):
>| >| >| direction += Vector2(-1, 0)
>| >| if Input.is_action_pressed("ui_right"):
>| >| >| direction += Vector2(1, 0)
>| return direction.normalized()

```

Método que define direção do vetor da Celinha a partir do input do jogador

```

func get_movement():
>|   var direction = get_direction()
>|   if Input.is_action_pressed("shift"):
>|       >|   return direction * 5.5
>|   else:
>|       >|   return direction * 2.5

```

Método que define o vetor de velocidade da Celinha ao multiplicar o vetor de direção pela magnitude da velocidade desejada

Por fim, nos carcinógenos, é implicitamente utilizada a grandeza de energia para calcular a velocidade após as colisões. Nesse sentido, seguindo o princípio da conservação de energia e momento em sistemas fechados, é empregada a fórmula de momento $mV_i = mV_f$ para determinar a velocidade pós-colisão. Assim, como as massas são iguais e não há perda de energia, a velocidade mantém-se numericamente constante, tendo sua direção e sentido refletidos em relação à normal do parede do órgão. Esse comportamento é atingido através da função nativa `bounce()`.

```

func _physics_process(delta):
>|   # Movimenta o nó e salva as informações de uma possível colisão em uma variável
>|   var collisionInfo = move_and_collide(velocity * delta)
>|   if collisionInfo and collisionInfo.collider.name == organRigidBody: # Se houver colisão
>|       >|   # Faz os carcinógenos "quicarem" ao bater no pulmão, refletindo-se na normal da colisão,
>|       >|   # se o hit atual for menor do que o mínimo para um câncer começar
>|       >|   if currentHitNumber < maximumHitNumber:
>|           >|       >|   velocity = velocity.bounce(collisionInfo.normal)
>|           >|       >|   currentHitNumber += 1

```

Função `bounce()` com a normal da colisão como argumento

7. Bibliografias

LINIETSKY, Juan; MANZUR, Ariel. **Godot Engine**, 2007. Engine open-source para desenvolvimento de jogos. Disponível em: <https://godotengine.org/download/>. Acesso em: 13 set. 2022.

PAULINE, Miles. **370343562**. DepositPhotos, 2022. Disponível em: https://st3.depositphotos.com/30433694/37034/i/1600/depositphotos_370343562-stock-photo-human-bladder-prostate-isolated-white.jpg. Acesso em: 13 abr. 2022.

PIKOVIT. **488351984**. DepositPhotos, 2022. Disponível em: https://st2.depositphotos.com/5775856/48835/v/1600/depositphotos_488351984-stock-illustration-organs-and-nervous-system.jpg. Acesso em: 13 abr. 2022.

PIKOVIT. **489813532**. DepositPhotos, 2022. Disponível em: https://st2.depositphotos.com/5775856/48981/v/1600/depositphotos_489813532-stock-illustration-organs-and-nervous-system.jpg. Acesso em: 13 abr. 2022.

MALIJA. **70298479**. DepositPhotos, 2022. Disponível em: https://st2.depositphotos.com/1605581/7029/i/950/depositphotos_70298479-stock-photo-blue-abstract-contemporary-texture-background.jpg. Acesso em: 13 abr. 2022.

HEART free icon. **Flaticon**, 2022. Disponível em: https://www.flaticon.com/free-icon/heart_3237429?term=heart&page=1&position=47&page=1&position=47&related_id=3237429&origin=search#. Acesso em: 31 mar. 2022.

METABOLISM free icon. **Flaticon**, 2022. Disponível em: https://www.flaticon.com/premium-icon/metabolism_2176932?term=metabolism&page=1&position=30&page=1&position=30&related_id=2176932&origin=tag#. Acesso em: 31 mar. 2022.

CADUCEUS free icon. **Flaticon**, 2022. Disponível em: https://www.flaticon.com/premium-icon/caduceus_3609896?term=caduceus&page=1&position=44&page=1&position=44&related_id=3609896&origin=search. Acesso em: 1 mar. 2022.

NO smoking free icon. **Flaticon**, 2022. Disponível em: https://www.flaticon.com/free-icon/no-smoking_6655280?term=dont%20smoke&page=1&position=8&page=1&position=8&related_id=6655280&origin=search#. Acesso em: 24 fev. 2022.

HEARTBEAT free icon. **Flaticon**, 2022. Disponível em: https://www.flaticon.com/free-icon/heartbeat_2791163?term=health&page=1&position=14&page=1&position=14&related_id=2791163&origin=search#. Acesso em: 24 fev. 2022.

SALAD free icon. **Flaticon**, 2022. Disponível em: https://www.flaticon.com/premium-icon/salad_3123321?term=healthy%20food&page=1&position=22&page=1&position=22&related_id=3123321&origin=tag. Acesso em: 24 fev. 2022.

EXERCISE free icon. **Flaticon**, 2022. Disponível em: https://www.flaticon.com/free-icon/barbell_2936886?term=exercise&page=1&position=59&page=1&position=59&related_id=2936886&origin=search. Acesso em: 24 fev. 2022.

HUMAN intestine anatomy on white background. **Vecteezy**, 2022. Disponível em: <https://www.vecteezy.com/vector-art/1609618-human-intestine-anatomy-on-white-background>. Acesso em: 18 mar. 2022.

MOLECULE illustration vector. **Vecteezy**, 2022. Disponível em: <https://www.vecteezy.com/vector-art/3281162-molecule-vector-illustration-design>. Acesso em: 23 fev. 2022.

SCIENTIFIC medical infographic human skin layers. **Freepik**, 2022. Disponível em: https://www.freepik.com/free-vector/scientific-medical-infographic-human-skin-layers_5849144.htm. Acesso em: 18 mar. 2022.

VARIOUS modern hud flat elements. **Freepik**, 2022. Disponível em: https://www.freepik.com/free-vector/various-modern-hud-flat-elements-set_9651005.htm#query=user%20interface%20tech&position=0&from_view=search. Acesso em: 18 mar. 2022.

WINNING game sound effect. **Orange Free Sounds**, 2022. Disponível em: https://orangefreesounds.com/winning-game-sound-effect/#google_vignette. Acesso em: 18 mar. 2022.

ARCADE game jump coin. **Mixkit**, 2022. Disponível em: <https://mixkit.co/free-sound-effects/win/>. Acesso em: 18 mar. 2022.

FAST pace typing on mechanical keyboard. **Fesliyan Studios**, 2022. Disponível em: <https://www.fesliyanstudios.com/royalty-free-sound-effects-download/keyboard-typing-6>. Acesso em: 25 mar. 2022.

GOOD result. **Freesound**, 2022. Disponível em: <https://freesound.org/people/unadamlar/sounds/341985/>. Acesso em: 18 mar. 2022.

ACHIEVEMENT bell. **Mixkit**, 2022. Disponível em: <https://mixkit.co/free-sound-effects/win/>. Acesso em: 18 mar. 2022.

ARCADE game jump coin. **Mixkit**, 2022. Disponível em: <https://mixkit.co/free-sound-effects/win/>. Acesso em: 18 mar. 2022.

FALLING game over. **Mixkit**, 2022. Disponível em: <https://mixkit.co/free-sound-effects/game-over/>. Acesso em: 18 mar. 2022.

BEER icons. **Flaticon**, 2022. Disponível em: https://www.flaticon.com/premium-icon/beer_2945048?term=beer&page=1&position=41&page=1&position=41&related_id=2945048&origin=tag. Acesso em: 25 fev. 2022.

SAUSAGE icons. **Flaticon**, 2022. Disponível em: https://www.flaticon.com/premium-icon/spicy-sausage_2523528?related_id=2523528&origin=tag. Acesso em: 25 fev. 2022.

SUNSCREEN icons. **Flaticon**, 2022. Disponível em: https://www.flaticon.com/free-icon/suncream_3104922?term=sunscreen&page=1&position=14&page=1&position=14&related_id=3104922&origin=tag. Acesso em: 25 fev. 2022.

LIVER icons. **Flaticon**, 2022. Disponível em: https://www.flaticon.com/free-icon/liver_387591?term=liver&page=1&position=1&page=1&position=1&related_id=387591&origin=tag. Acesso em: 3 mar. 2022.

STOMACH icons. **Flaticon**, 2022. Disponível em: https://www.flaticon.com/free-icon/stomach_387626?term=stomach&page=1&position=11&page=1&position=11&related_id=387626&origin=tag. Acesso em: 3 mar. 2022.

DIGESTIVE	system	icons.	Flaticon,	2022.	Disponível	em:
https://www.flaticon.com/free-icon/large-intestine_4615338?term=digestive%20system&page=1&position=16&page=1&position=16&related_id=4615338&origin=tag . Acesso em: 3 mar. 2022.						
UTERUS		icons.	Flaticon,	2022.	Disponível	em:
https://www.flaticon.com/free-icon/uterus_3790199?term=uterus&page=1&position=12&page=1&position=12&related_id=3790199&origin=tag . Acesso em: 3 mar. 2022.						
PROSTATE		icons.	Flaticon,	2022.	Disponível	em:
https://www.flaticon.com/free-icon/prostate_2214994?term=prostate%20cancer&page=1&position=49&page=1&position=49&related_id=2214994&origin=tag . Acesso em 3 mar. 2022.						
PROSTATE	cancer	icons.	Flaticon,	2022.	Disponível	em:
https://www.flaticon.com/free-icon/prostate-cancer_5258394?term=prostate%20cancer&page=1&position=30&page=1&position=30&related_id=5258394&origin=tag . Acesso em: 11 mar. 2022.						
MALE		icons.	Flaticon,	2022.	Disponível	em:
https://www.flaticon.com/premium-icon/male_2894116?term=male&page=1&position=17&page=1&position=17&related_id=2894116&origin=tag . Acesso em: 1 abr. 2022.						
FEMENINE		icons.	Flaticon,	2022.	Disponível	em:
https://www.flaticon.com/free-icon/femenine_866954?term=female&page=1&position=1&page=1&position=1&related_id=866954&origin=search . Acesso em: 1 abr. 2022.						
SKIN		icons.	Flaticon,	2022.	Disponível	em:
https://www.flaticon.com/free-icon/hair_387573?related_id=387573&origin=pack . Acesso em: 3 mar. 2022.						
LUNGS		icons.	Flaticon,	2022.	Disponível	em:
https://www.flaticon.com/free-icon/lungs_387593?related_id=387593&origin=pack . Acesso em: 3 mar. 2022.						
PAUSE		icons.	Flaticon,	2022.	Disponível	em:
https://www.flaticon.com/premium-icon/pause_4194794?term=pause&page=1&position=57&page=1&position=57&related_id=4194794&origin=search . Acesso em: 22 mar. 2022.						
VOLUME		icons.	Flaticon,	2022.	Disponível	em:
https://www.flaticon.com/free-icon/volume_727269?term=volume&page=1&position=3&page=1&position=3&related_id=727269&origin=search . Acesso em: 24 mar. 2022.						
MUTE		icons.	Flaticon,	2022.	Disponível	em:
https://www.flaticon.com/premium-icon/mute_1538549?term=volume&page=1&position=38&page=1&position=38&related_id=1538549&origin=search . Acesso em 24 mar. 2022.						

HUMAN organs on poster. **Flaticon**, 2022. Disponível em: <https://www.vecteezy.com/vector-art/294440-human-organs-on-poster>. Acesso em 3 mar. 2022.

3 gaming hq. **Flaticon**, 2022. Disponível em: <https://freepngimg.com/thumb/xbox/55639-3-gaming-hq-image-free-png.png>. Acesso em 29 mar. 2022.

DIGITAL introspection. **Soundimage**, 2022. Disponível em: <https://soundimage.org/introspective/>. Acesso em: 3 mar. 2022.

8-BIT perplexion. **Soundimage**, 2022. Disponível em: <https://soundimage.org/wp-content/uploads/2017/10/8-Bit-Perplexion.mp3>. Acesso em: 1 mar. 2022.