

## **Gaia Senses: Tecnologia e arte como recurso para a conscientização ambiental**

**Sara Freitas 1 , Artemis Moroni 2**

s254358@dac.unicamp.br, artemis.moroni@cti.gov.br

**<sup>1</sup>Divisão de Sistemas Ciberfísicos – DISCF**

**CTI/MCTI Renato Archer – Campinas/SP**

**Abstract.** *The Gaia Senses project proposes an innovative solution that combines art and technology to create dynamic audiovisual compositions based on climate data. By merging data visualization with interactive art, it aims to promote sensory experiences that raise environmental awareness. This article describes the design and development of new animations for the project, detailing the integration of climate data as well as the use of tools for their visual creation.*

**Resumo.** *O projeto Gaia Senses propõe uma solução inovadora que combina arte e tecnologia para criar composições audiovisuais dinâmicas a partir de dados climáticos. Utilizando da combinação de visualização de dados e arte interativa para promover experiências sensoriais, visando a conscientização ambiental. Este artigo descreve a concepção e desenvolvimento de novas animações para o projeto, detalhando a integração de dados climáticos, bem como o uso de ferramentas para a criação visual dessas.*

### **1. Introdução**

Vivemos em um mundo em que cada vez mais possuímos tecnologia e dados para manipular e intervir no meio ambiente, mas ao mesmo tempo os meios para o apelo popular e político para mudanças socioambientais estão se esgotando. Mesmo que superficialmente projetos e políticas ESG sejam cada vez mais presentes na iniciativa pública e privada, o cenário ambiental ainda enfrenta profundo desamparo. Um forte indício dessa afirmação foi como o acordo de paris de 2015 não surtiu os efeitos necessários, visto que, em países de alta renda - como Estados Unidos, Austrália e Alemanha - a redução de emissão de carbono para cumprir a meta pré-estabelecida variam entre 124% a 240%, o que dados já mostraram como pode ser inalcançável essa meta até 2030 no passo em que estão se dando a mudança industrial e de avanço tecnológico descompensado no mundo. No geral, as pesquisas mostram como os países do G20 estão falhando coletivamente em proteger o mundo de alcançar temperaturas cada vez maiores [1].

Uma das forças motrizes para mudar essa questão apoia-se na conscientização sobre essa. Encontrar como utilizar a criatividade, tecnologia e dados atuais para colocar mudanças climáticas como o foco é fundamental para motivar a participação popular [2], principalmente em um cenário tão repleto de dados, em que, se esses não

forem representados e interpretados de forma adequada, somente causam uma sensação incômoda de ausência de informação [3].

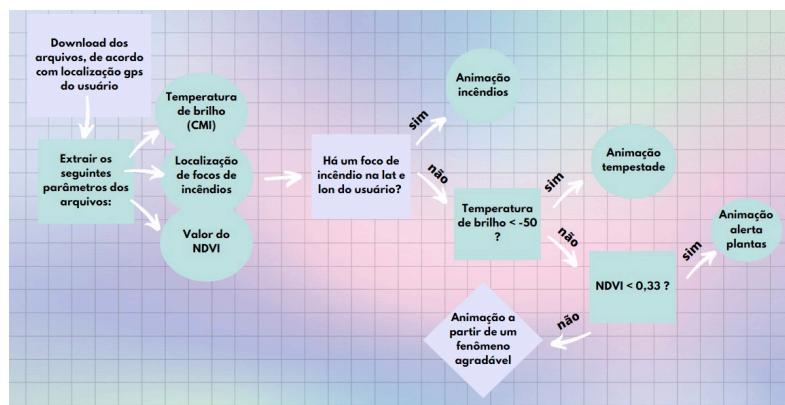
Para pensarmos em novas formas de resolver esse problema, podemos recorrer a novas formas de pensar a visualização de dados com o foco em como usar a tecnologia para impactar as pessoas emocionalmente, levando a reflexão e ação. Sendo assim, a arte pode ser um grande auxílio, se não a solução, para essa questão.

Flusser, estudioso da filosofia da comunicação e produção artística, argumenta que a possível diferença entre arte e tecnologia, ou da arte e da ciência, se dá a partir da ideia de criatividade, função e significância [4]. Levando a conclusão que essa diferença não existe quando integrado à cultura, longe do ambiente estético de museus e galerias. O que levaria a geração de epifanias, já que a arte consiste também na criação de modelos que representam a realidade, ‘o poder de significar’. Assim, entende-se que tanto artistas como tecnólogos precisam compreender tecnicamente a complexidade de sistemas e aparelhos para criar novas formas e funções ao levar a uma mudança cultural da sociedade

Com base nesse princípio - e levando essa ideia ao limite - a proposta do Gaia Senses se consiste em unir todo o potencial criativo que a área de visualização de dados pode fornecer para buscar novas formas de gerar conscientização ambiental, através de artes interativas que se alimentam diretamente de dados meteorológicos, trazendo uma abordagem intuitiva e instigante de como encarar o estado atual do mundo.

## 2. A Ferramenta

O Gaia Senses consiste em um aplicativo em que propõem aos seus usuários composições audiovisuais baseada na localização atual desse e em quais fatores ambientais são os mais alarmantes de onde esses estão localizados, descrito no diagrama abaixo.



**Figura 1. Diagrama da escolha de qual animação será mostrada ao usuário**

A estrutura do aplicativo está profundamente ligada a captação de grande massa de dados e de suas manipulações, a maioria das animações são retiradas da API do Open Weather, que permite capturar dados de maneira quase instantânea criando composições em tempo real.

A arte é feita através de dois componentes. A primeira, a parte visual da incrível biblioteca do p5js do javascript, uma biblioteca para computação criativa que permite simular diversos modelos e formas tanto em planos 2D como 3D [5]. A segunda é a parte sonora feita pela linguagem de programação visual Pure Data. Como o aplicativo tem objetivo ser multiplataforma, neste artigo não iremos abordar o desenvolvimento dessa. A escolha dessas tecnologias foi essencial para seu desenvolvimento [6].

A proposta trazida neste artigo, que difere das animações presentes já no aplicativo, envolvem composições com massas maiores de dados e em um contexto mais amplo do que apenas a localização específica do usuário, como veremos no decorrer desse artigo. A ideia não é ser 100% fiel à forma como esses dados se apresentam, mas sim buscar qual forma estética pode levar a uma composição interessante e de impacto ao usuário.

### 3. O Produto

#### 3.1. Animação sobre raios

A mistura de cores que se intensifica em locais de mais ocorrências do fenômeno e o efeito de movimento circular representa bem a imagem de vários raios que se compõem. Além de que, a animação continua a se mover e criar novas formas, gerando uma imagem forte e lembrando a sensação de ver um raio em tempo real.

Todos os scripts descritos podem ser encontrados em:  
<https://github.com/sarafreitass/raiosGLM>

##### 3.1.1. Captação de dados e tratamento

A captação e manipulação dos dados é dada por um sensor específico do satélite GOES-16, da NASA, chamado GLM (Geostationary Lightning Mapper) que contém suas informações guardadas no serviço de nuvem da AWS. Tais dados são lidos através da biblioteca NetCDF da linguagem de programação Python, voltada para a manipulação de arquivos científicos.

Os dados GLM são baixados a cada intervalo de uma hora, captando todos os dados das últimas 24 horas pelo mundo inteiro, extraíndo informações sobre a latitude e longitude desses. Logo após são selecionadas 500 amostras randômicas desses dados para a criação da composição visual.

### 3.1.2. O modelo

O modelo escolhido é uma derivação de um modelo previamente criado na plataforma aberta de dados do Open Processing, voltada para o estudo e compartilhamento de artes feitas através da biblioteca p5js [7]. No código, é simulado uma visualização de partículas que se movem pela tela em resposta a uma força de atração, baseada em dados vindos de um arquivo CSV (resultado da captação de dados descritos na seção acima).

As partículas são atraídas por pontos da tela definidas pelas variáveis *csv\_x* e *csv\_y* que se baseiam nos valores de latitude e longitude vindos da tabela CSV, dado onde foi a localização do raio pelo globo. Cada partícula possui uma posição (*x*, *y*), velocidade (*vx*, *vy*) e aceleração própria (*ax*, *ay*).

As posições que as partículas podem ocupar possuem limites tanto no eixo horizontal como vertical. Essas informações são baseadas nos valores máximo e mínimo da tabela para os valores de latitude e longitude de onde se deu o raio.

Existem alguns parâmetros de comportamento que podem ser manipulados diretamente para intervir na animação, entre eles estão:

- *magnetism*: controla a intensidade da força de atração entre as partículas e as posições alvo
- *radius*: define o tamanho visual das partículas.
- *gensoku*: controla a desaceleração das partículas, dando um movimento mais suave e gradual.

A cor da partícula varia de um azul escuro até uma escala de quase branco e é mudada em função da velocidade.

A função *draw()* que representa o funcionamento do modelo por completa pode ser representada pelo diagrama a seguir:

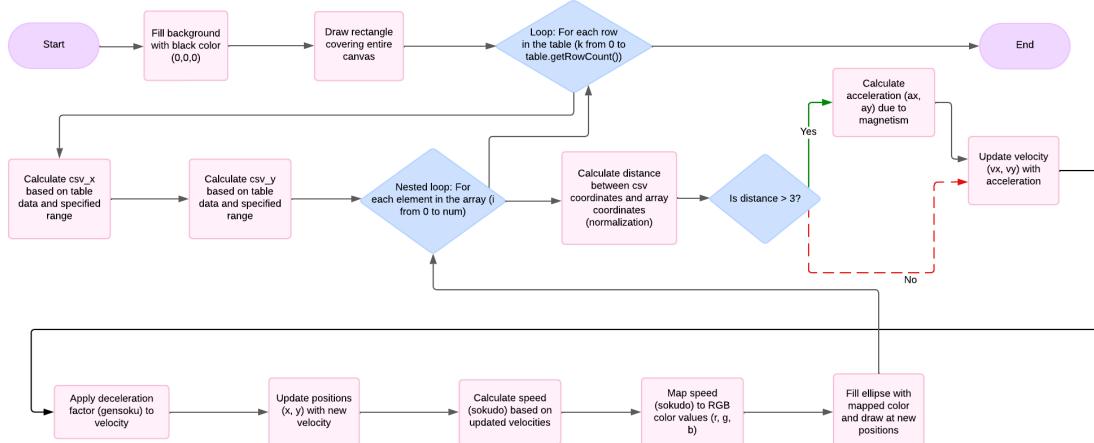


Figura 2. Diagrama da função *draw()* na animação de raios

### 3.1.3. A arte

As seguintes imagens da animação foram retiradas sobre os seguintes parâmetros:

- *var magnetism = 3.0;*
- *var radius = 1.0;*
- *var gensoku = 0.95;*

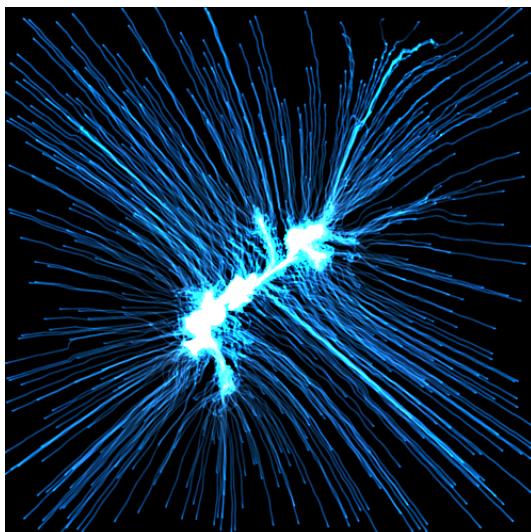


Figura 3. Animação Raios (retirada dia 25/08/2024)

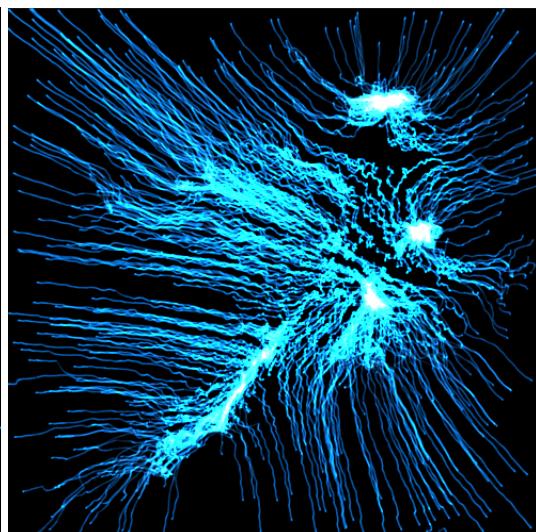


Figura 4. Animação Raios (retirada dia 27/08/2024)

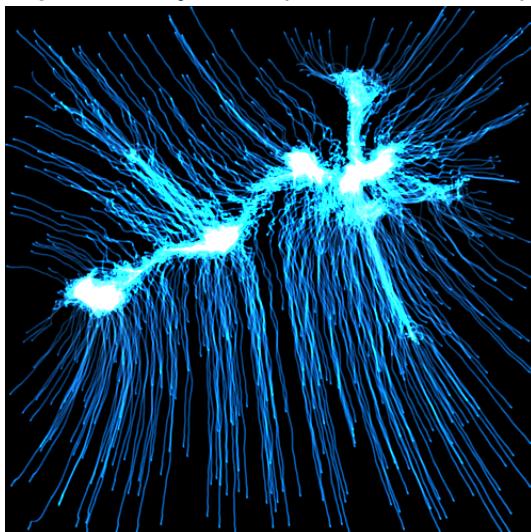


Figura 5. Animação Raios (retirada dia 28/08/2024)

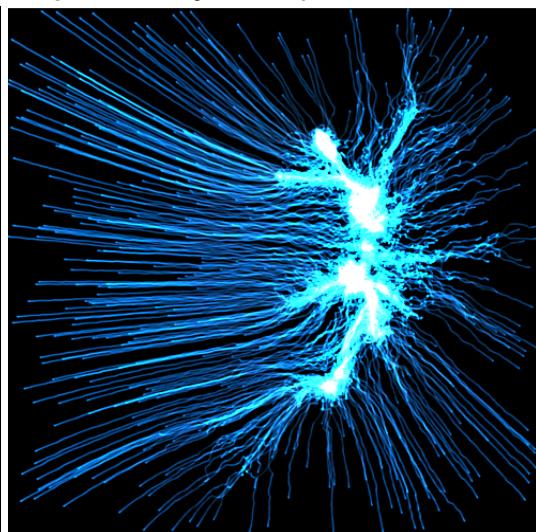


Figura 6. Animação Raios (retirada dia 30/08/2024)

É importante lembrar que essas animações estão sendo retiradas em movimento, assim esse é somente um quadro de sua ação geral.

### 3.1. Animação sobre incêndios

A representação do modelo se mostra quase como uma pintura, demonstrada por cores fortes e locais de movimentos bem determinados por suas partículas, levando em consideração a base de dados que utiliza variáveis como localização (refletida na composição pelo espaço da tela que a partícula ocupa) e intensidade do fogo (refletida na composição pela cor da partícula), a representação demonstrou-se ideal para enfatizar a sensação de vários incêndios interagindo e existindo no mesmo espaço, no caso, no mesmo país.

Todos os scripts descritos podem ser encontrados em:  
<https://github.com/sarafreitass/anima-oFogo>

#### 3.1.1. Captação de dados e tratamento

A captação de dados se dá através do satélite FIRMS, da NASA, que capta incêndios que ocorreram por todo o globo. Nessa animação usamos tabelas anuais disponíveis no site: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>, para vermos incêndios que ocorreram em diversos países no ano de 2022.

O tratamento dessa tabela é relativamente simples, no total são selecionados 700 registros aleatórios e depois nas duas primeiras linhas são salvos os valores máximo e mínimo da tabela para serem utilizados posteriormente no modelo.

São selecionados as seguintes colunas para a manipulação do modelo:

- '*latitude*'
- '*longitude*'
- '*brightness*' : relacionada a luz transmitida pela temperatura do incêndio, medida em Kelvin, recebida pelos canais 21 e 22 do satélite
- '*acq\_date*': a data do incêndio
- '*bright\_t31*': também relacionada a luz transmitida pela temperatura do incêndio, medida em Kelvin, recebida pelo canal 31
- '*frp*': mede a potência do incêndio em MW (megawatts)
- '*type*': relacionado a como se deu o incêndio sendo 0 = incêndio florestal; 1 = vulcão ativo; 2 = fonte terrestre estática e 3 = offshore (em mar aberto)

#### 3.1.2. O modelo

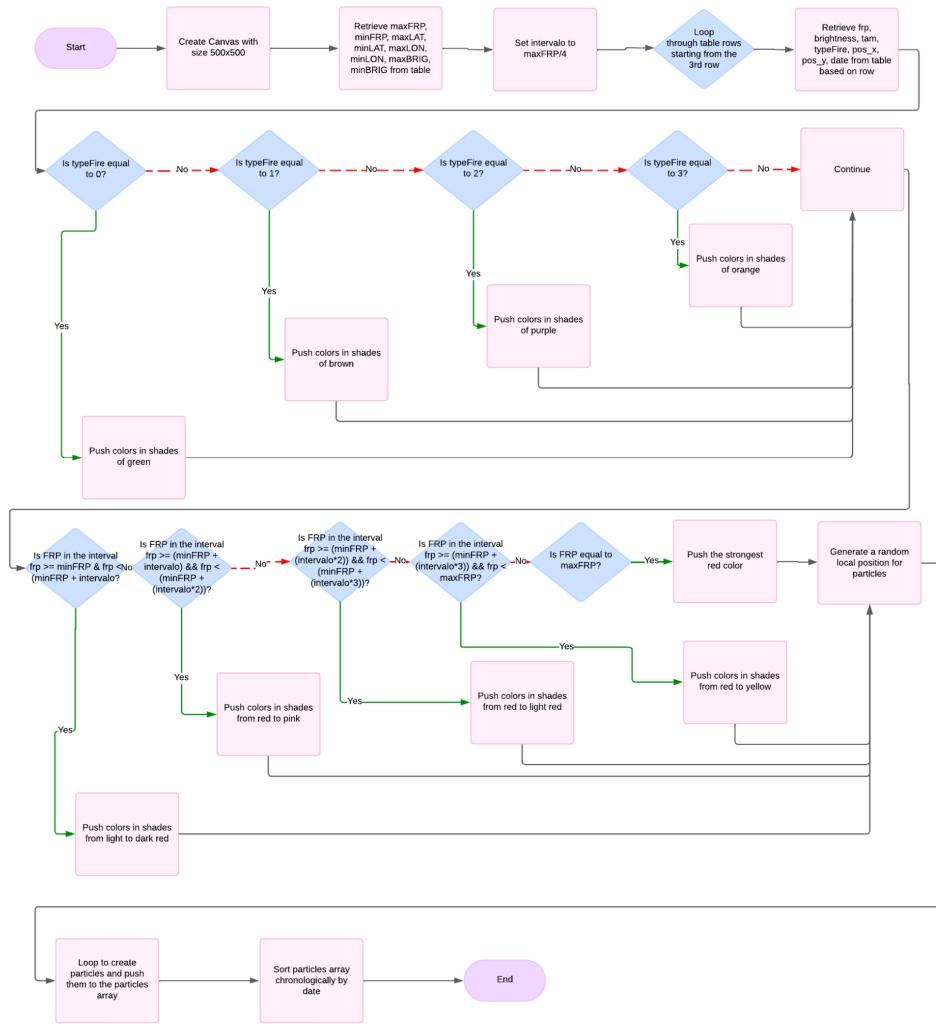
O modelo, também baseado em uma prévia criada no Open Processing [8]. Se caracteriza por representar cada incêndio no modelo recebendo 10 partículas de movimentação para simular a ideia do incêndio, as partículas aparecem de forma cronológica na tela, de forma que conforme o código vai sendo executado, mais partículas aparecem dando a ideia de movimento e da junção que vários incêndios interagindo entre si causam. A ideia foi causar essa impressão de soma.

Para cada tipo de incêndio, baseado na variável *type*, temos uma escala de cores diferentes. Incêndios florestais recebem a cor verde, de vulcões recebem tons de marrom, incêndios de fontes estáticas, tons de roxo e incêndios offshore recebem tons de laranja.

Para cada informação da potência do incêndio em MW, baseado na variável *frp*, considerando os maiores e menores valores da tabela utilizada, intensificamos a cor utilizada.

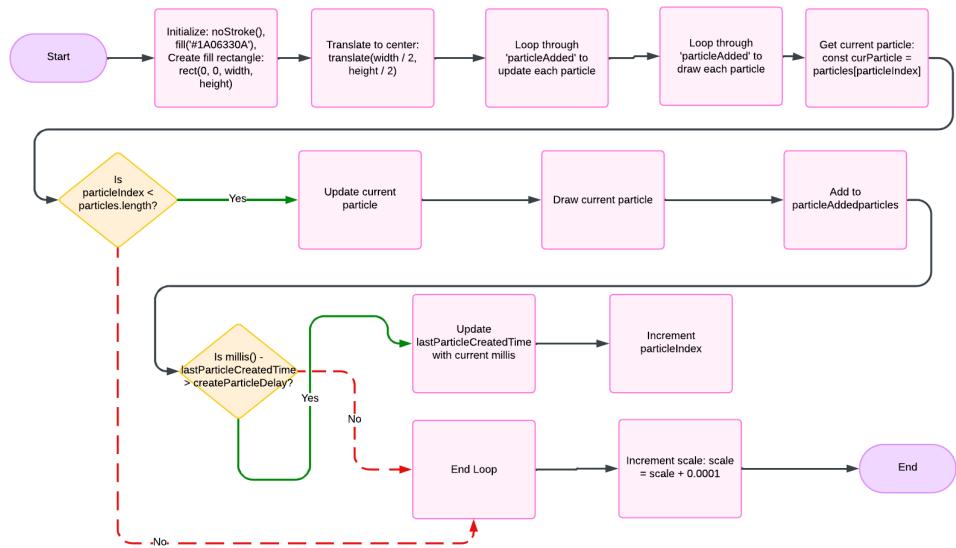
Para a informação de *brightness* realizamos uma normalização de 0 a 100 para o valor, definindo o tamanho da partícula. Ou seja, quanto maior for a partícula que aparecer na tela, maior foi o brilho emitido pelo incêndio.

Para ilustrar de forma mais didática como esses parâmetros são definidos na função *setup()* funciona, temos o diagrama a abaixo:



**Figura 7. Diagram função setup()**

O modelo em si, apresenta os incêndios de forma cronológica e atualiza suas posições e escala de cores para criar o movimento. O modelo é representado pelo diagrama baixo:



**Figura 8. Diagram função draw()**

### 3.1.3. A arte

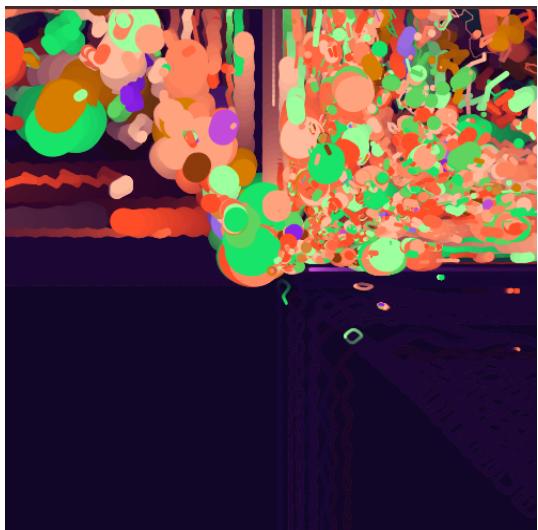


Figura 7. Incendios Estados Unidos - 2022

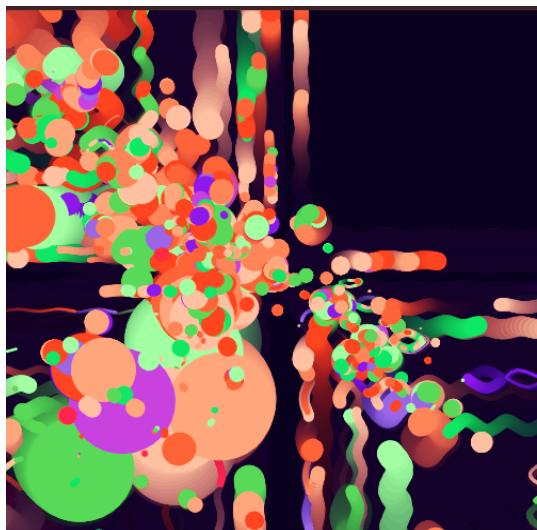


Figura 8. Incendios India - 2022

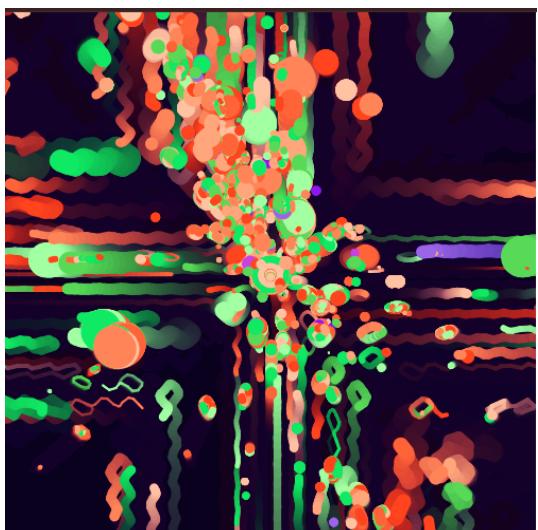


Figura 9. Incendios Brasil - 2022

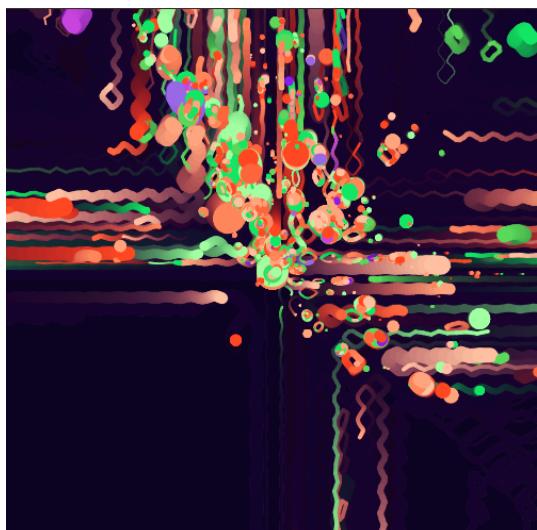


Figura 10. Incendios China - 2022

É importante lembrar que essas animações estão sendo retiradas em movimento, assim esse é somente um quadro de sua ação geral.

## 4. Conclusão

O desenvolvimento do Gaia Senses representa um avanço significativo na utilização de arte e tecnologia para conscientização ambiental. As novas animações criadas demonstram o potencial de impactar os usuários ao transformar dados climáticos em experiências sensoriais imersivas. Para futuras melhorias, planeja-se expandir o projeto incorporando animações que combinam múltiplos elementos e produtos, onde as variáveis interagem entre si para criar composições ainda mais ricas. Assim poderíamos explorar diferentes produtos, como vento e chuva, areia e calor, vegetação por incidência do sol, etc.

Além disso, será essencial estabelecer um banco de dados robusto para armazenar e manipular dados volumosos e voláteis, permitindo que essas novas animações sejam incluídas no aplicativo em tempo real. Essa parte poderá ser aprofundada com base na estrutura do frontend e backend da aplicação [6]. Por fim, a adição de trilhas sonoras às animações enriquecerá ainda mais a experiência do usuário, aumentando o impacto emocional e a conexão com as questões ambientais apresentadas.

## Referencias

- [1] Holz, C. Are G20 Countries Doing Their Fair Share of Global Climate Mitigation? Comparing Ambition and Fair Shares Assessments of G20 Countries' Nationally Determined Contributions(NDCs). September 2023. Oxford: Oxfam International, (2023).
- [2] RIGUE, Isabella Ribeiro; MORONI, Artemis. “GaiaSenses: Acesso à base de dados de satélite e tratamento de seus produtos”. Divisão de Sistemas Ciberfísicos – DISCF, CTI/MCTI Renato Archer – Campinas/SP.
- [3] SILVA, Celmar Guimarães da; SANTOS, Antonio Alberto Souza; SCHIOZER, Denis José. Visualization of Ensembles of Oil Reservoir Models Based on Pixelization, Small Multiples and Reservoir Similarities. In: OFFSHORE TECHNOLOGY CONFERENCE, 2019, Houston. Anais [...]. Houston: Offshore Technology Conference, 2019.
- [4] PAZETTO, Debora. “Intersecções entre arte e tecnologia na pós-história: Uma aproximação entre Vilém Flusser e Donna Haraway”. Viso: Cadernos de estética aplicada, v. 12, n° 23 (jul-dez/2018), p. 275-291.
- [5] p5.js documentation (2023). “Hello!”, <https://p5js.org/>
- [6] COSTA, Álvaro Augusto; MORONI, Artemis. “GaiaSenses: o Frontend e Backend de uma aplicação móvel para a geração automática de composições audiovisuais baseadas em dados climáticos”. Faculdade de Tecnologia – FT, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) – Limeira/SP; Divisão de Sistemas Ciberfísicos – DISCF, CTI/MCTI Renato Archer – Campinas/SP.

- [7] O modelo utilizado de base pode ser encontrado em:  
<https://openprocessing.org/sketch/394718>
- [8] O modelo utilizado de base pode ser encontrado em:  
<https://openprocessing.org/sketch/757060>