



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO
DEPARTAMENTO DE GESTÃO, MÍDIA E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM ANIMAÇÃO

Camila Soares Marques

Heating Ball: Desenvolvimento de Modelagem 3D para Animação de
Conscientização sobre Aquecimento Global

Florianópolis

2024

Camila Soares Marques

Heating Ball: Desenvolvimento de Modelagem 3D para Animação de
Conscientização sobre Aquecimento Global

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Bacharelado em Animação do Centro de Comunicação e Expressão da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Animação.

Orientador(a): Prof. Nicholas Bruggner Grassi, Dr.

Florianópolis

2024

Marques, Camila Soares

Heating Ball: Desenvolvimento de Modelagem 3D para Animação de Conscientização sobre Aquecimento Global / Camila Soares Marques ; orientador, Nicholas Bruggner Grassi, 2024.

68 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão, Graduação em Animação, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Animação. 2. Animação. 3. Modelagem 3D. 4. Meio Ambiente. 5. Aquecimento Global. I. Grassi, Nicholas Bruggner. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Animação. III. Título.

Camila Soares Marques

Heating Ball: Desenvolvimento de Modalegem 3D para Animação de
Conscientização sobre Aquecimento Global

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi julgado adequado para obtenção do
Título de Bacharel em Animação e aprovado em sua forma final pelo Curso de
Animação da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 08 de agosto de 2024.

Prof. Flávio Andaló, Dr. Coordenador do Curso de Animação UFSC

Banca Examinadora:

Eliete Auxiliadora Assunção Ourives, Dra. (Universidade Federal de Santa Catarina)

Monica Stein, Dra. (Universidade Federal de Santa Catarina)

Nicholas Bruggner Grassi, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à memória da minha querida avó Francisca, cujo amor e sabedoria continuam a me inspirar.

AGRADECIMENTOS

No início deste trabalho gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus, a fonte de toda sabedoria e inspiração, por me guiar e fortalecer ao longo desta trajetória acadêmica. Sua graça e orientação foram fundamentais em cada etapa deste processo de pesquisa e aprendizado.

Gostaria de expressar minha gratidão a uma presença especial nessa jornada, meu "anjo da guarda" que esteve ao meu lado em todos os momentos para me confortar e me encorajar. Sua presença trouxe luz aos dias mais difíceis, e seu apoio constante foi a âncora que me manteve firme.

Ao meu orientador, Nicholas Grassi, por sua orientação, apoio incansável e valiosas sugestões que moldaram este trabalho. Também quero agradecer aos professores Gabriel Prim, Monica Stein, Luiz Fernando Gonçalves e Eliete Ourives, pelas aulas e conhecimentos compartilhados. Agradeço ainda ao coordenador e professor Flávio Andaló, pela dedicação e compromisso com a excelência acadêmica da graduação.

Um agradecimento especial ao Eduardo, meu companheiro de vida, cujo amor e compreensão foram a luz que me guiou durante os dias de estudo e pesquisas.

Por fim, agradeço a todos que fizeram parte deste percurso educativo. Que as lições aprendidas e as conexões feitas durante este período continuem a enriquecer nossas vidas. Este trabalho é o resultado de esforços coletivos, e eu sou profundamente grata a todos que desempenharam um papel em minha jornada acadêmica.

Eu quero que você aja. Quero que você aja como faria em uma crise. Quero que você aja como se a casa estivesse pegando fogo, porque está. (THUNBERG, 2019, World Economic Forum)

RESUMO

O avanço da humanidade está intrinsecamente ligado à degradação do meio ambiente. À medida em que a sociedade progride em termos de industrialização, urbanização e população, aumenta a pressão sobre os recursos naturais. Assim sendo, a busca por soluções pró-ambientais torna-se inevitável para assegurar a continuidade do planeta e da vida humana. Nesse cenário, a animação 3D pode funcionar como uma ferramenta conscientizadora, capaz de transmitir mensagens e abordar uma gama de questões sociais, ambientais e culturais, que inclui a sustentabilidade. Diante disso, o objetivo deste trabalho de conclusão de curso foi desenvolver modelos 3D para uma animação que visa à conscientização sobre o aquecimento global quanto às causas e consequências, bem como incentivar a adoção de práticas para mitigar esse problema. Para isso, realizou-se uma revisão teórica da literatura científica com base em obras relacionadas ao tema. Isto permite compreender o trabalho enquanto pesquisa básica, bibliográfica, quantitativa, qualitativa e descritiva. Ademais, para alcançar esse objetivo foram criados diversos artefatos que podem ser utilizados para diversos produtos multimídia: Animação 3D, Jogos, Cartazes, entre outros. Incluindo, modelagem de personagens e ambientes, iluminação, texturização e pós-produção. Por fim, as modelagens 3D retratam a história de um boneco de neve e as consequências das mudanças climáticas em sua vida.

Palavras-chave: Aquecimento Global; Modelagem 3D; Animação 3D; Conscientização Ambiental.

ABSTRACT

The advancement of humanity is intrinsically linked to environmental degradation. As society progresses in terms of industrialization, urbanization, and population, the pressure on natural resources increases. Therefore, the search for pro-environmental solutions becomes inevitable to ensure the continuity of the planet and human life. In this scenario, 3D animation can function as an awareness tool, capable of conveying messages and addressing a range of social, environmental, and cultural issues, including sustainability. Thus, the aim of this thesis undergraduate was to develop 3D models for an animation aimed at raising awareness about global warming regarding its causes and consequences, as well as encouraging the adoption of practices to mitigate this problem. To achieve this, a theoretical review of scientific literature was conducted based on works related to the theme. This allows understanding the work as basic, bibliographic, quantitative, qualitative, and descriptive research. Moreover, to achieve this goal, various artifacts were created that can be used for various multimedia products: 3D Animation, Games, Posters, among others. This includes character and environment modeling, lighting, texturing, and post-production. Finally, the 3D models depict the story of a snowman and the consequences of climate change on its life.

Keywords: Global Warming; 3D Modeling; 3D Animation; Environmental Awareness.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Emissão de CO2 (partículas por milhão) por ano	4
Figura 2 – Variação de temperatura Celsius em relação a média de 1951 a 1980	5
Figura 3 – Derretimento de geleiras em bilhões de ton. Na Groenlândia por ano	6
Figura 4 – Derretimento de geleiras (em bilhões de toneladas) na Antártida por ano.	7
Figura 5 – Cena da animação <i>Pingu</i>	11
Figura 6 - Cena da animação <i>Pingu</i>	12
Figura 7 – Cena da animação <i>Pingu</i>	12
Figura 8 – Cena da animação <i>Pingu</i>	13
Figura 9 – Cena do videoclipe <i>Snowman</i>	13
Figura 10 – Cena do videoclipe <i>Snowman</i>	14
Figura 11 – Cena do videoclipe <i>Snowman</i>	14
Figura 12 – Cena do videoclipe <i>Snowman</i>	15
Figura 13 – Pôster do filme <i>Before The Flood</i>	16
Figura 14 – Pôster do filme <i>Before The Flood</i>	17
Figura 15 – Título com a variação Dosis SemiBold e Dosis ExtraLight	17
Figura 16 – Título estilizado	17
Figura 17 – Aplicação do título na montagem do curta	18
Figura 18 – Aplicação do título na montagem do curta	18
Figura 19 – Blocagem do personagem	20
Figura 20 - Render das poses do personagem	20
Figura 21 - Poses do personagem no modo <i>wireframe</i>	21
Figura 22 - Poses do personagem em <i>solid</i>	21
Figura 23 – Processo de <i>shader</i> do personagem	22
Figura 24 – Cena do filme <i>Star Wars</i>	23
Figura 25 – Braço em <i>wireframe</i>	24
Figura 26 – Braço renderizado em <i>Cycles</i>	24
Figura 27 – Olhos e nariz renderizados em <i>Cycles</i>	25
Figura 28 – Olhos e nariz em <i>wireframe</i>	25
Figura 29 – Processo de <i>shader</i> do nariz	26
Figura 30 – Processo de <i>shader</i> dos olhos	26
Figura 31 – Cachecol em <i>wireframe</i>	27
Figura 32 – Cachecol renderizado em <i>Cycles</i>	28

Figura 33 – Processo de <i>shader</i> do cachecol	28
Figura 34 - Render dos acessórios	29
Figura 35 - Wireframe dos acessórios.....	29
Figura 36 - Render do cenário externo em ângulo 3/4 e plano geral	31
Figura 37 - Render do cenário externo em ângulo <i>plongée</i> e plano geral.....	31
Figura 38 - Render do cenário externo em ângulo <i>plongée</i> absoluto e plano geral ..	32
Figura 39 - Render do cenário externo em ângulo 3/4 e plano médio.....	32
Figura 40 – Cenário externo em <i>wireframe</i>	33
Figura 41 – Cenário externo em <i>solid</i>	33
Figura 42 – Geleiras renderizadas em <i>Cycles</i>	34
Figura 43 – Geleiras em <i>wireframe</i>	34
Figura 44 – Processo de <i>shader</i> das geleiras	35
Figura 45 – Iglu renderizado em <i>Cycles</i>	36
Figura 46 – Iglu em <i>wireframe</i>	36
Figura 47 – Iglu em <i>wireframe</i>	37
Figura 48 – Iglu em <i>wireframe</i> com zoom	37
Figura 49 – Oceano renderizado em <i>Cycles</i>	38
Figura 50 – Oceano em <i>wireframe</i>	38
Figura 51 – Parâmetros usados no modificador <i>Ocean</i>	39
Figura 52 – Parâmetros usados no modificador <i>Ocean</i>	39
Figura 53 – Processo de <i>shader</i> do oceano.....	40
Figura 54 - Render das garrafas	41
Figura 55 - Wireframe das garrafas.....	41
Figura 56 - Shader da tampa das garrafas.....	42
Figura 57 – Pinheiros renderizados em <i>Cycles</i>	43
Figura 58 - Wireframe dos pinheiros	43
Figura 59 – Processo de <i>shader</i> das folhas do pinheiro	44
Figura 60 – Processo de <i>shader</i> do caule do pinheiro	44
Figura 61 – Processo de <i>shader</i> da terra do pinheiro	45
Figura 62 – Processo de <i>shader</i> do vaso do pinheiro	45
Figura 63 – Processo de <i>shader</i> ambiente.....	46
Figura 64 - Cenário interno em ângulo 3/4 e plano geral	47
Figura 65 – Cenário interno em <i>wireframe</i>	47
Figura 66 – Cenário interno em plano detalhe	48

Figura 67 – Cenário interno em <i>wireframe</i>	48
Figura 68 – Luz em <i>wireframe</i>	49
Figura 69 – Processo de <i>shader</i> luzes verdes	50
Figura 70 – Processo de <i>shader</i> luzes verdes	50
Figura 71 – Blocação troncos.....	51
Figura 72 – Troncos em <i>wireframe</i>	51
Figura 73 – Troncos em <i>wireframe</i>	52
Figura 74 – Troncos renderizados em <i>Cycles</i> com iluminação HDRI	52
Figura 75 – Troncos renderizados em <i>Cycles</i> com iluminação HDRI	53
Figura 76 – Processo de <i>shader</i> dos troncos.....	53
Figura 77 – Moldura renderizada em <i>Cycles</i>	54
Figura 78 – Processo de <i>shader</i> da imagem na moldura	54
Figura 79 – Balde renderizado em <i>Cycles</i>	55
Figura 80 – Balde em <i>wireframe</i>	56
Figura 81 – Processo de <i>shader</i> do balde.....	56
Figura 82 – Televisão em <i>wireframe</i>	57
Figura 83– Televisão em <i>solid</i> com <i>add-on Cell Fracture</i> na tela.....	58
Figura 84 – Televisão renderizada em <i>Cycles</i>	58
Figura 85 – Processo de <i>shader</i> da tela da televisão.....	59
Figura 86 – Iluminação Global.....	60
Figura 87 – <i>Shader</i> da iluminação.....	60
Figura 88 – Cubos em <i>wireframe</i>	60
Figura 89 – Cubos em <i>wireframe</i>	61
Figura 90 - Mapa HDRI utilizado	61
Figura 91 - Configuração do render	62
Figura 92 - Configuração do render	62
Figura 93 - Cena sem correção de cor.....	63
Figura 94 - Cena com correção de cor.....	63
Figura 95 - Cena sem correção de cor.....	64
Figura 96 - Cena com correção de cor.....	64

GLOSSÁRIO

2D representação que possui apenas duas dimensões espaciais: comprimento e largura

3D representação espacial que inclui comprimento, largura e profundidade

ADD-ON complemento de um software ou hardware

ARRAY modificador que cria cópias de um objeto base

BEVEL efeito chanfrado nas bordas do objeto

BEZIER curva com pontos de controle

BLENDER software de computação gráfica

BLOB pincel que cria bolhas

BUMP recurso gráfico que cria relevos e profundidade na superfície

CELL FRACTURE técnica que divide o objeto em partes menores

CGI imagens geradas por computador

CIRCLE ferramenta oval

CLAY STRIPS pincel de volume

CLOTH modificador que simula tecidos de acordo com movimento e gravidade

COLLISIONS configuração de colisões entre objetos

COLORAMP mapeamento de cores com gradiente

CUBE sólido geométrico de seis faces quadradas congruentes

CREASE pincel de vinco

CUT-OUT técnica da animação em que os elementos são separados

CYCLES renderizador de produção que simula a propagação de luz

CYLINDER sólido geométrico de duas bases circulares paralelas e lateral curva

DISPLACEMENT modificar de deformação e deslocamento de superfície

DRAW pincel de deslocamento

FOAM recurso de espuma

GEOMETRY base do modelo 3D

GRID FILL preenchimento que segue uma geometria circundante

HDR I Imagem de alto alcance dinâmico

INFLATE pincel que infla

MESH estrutura tridimensional composta por vértices, arestas e faces

NODES editor baseado em nós

NOISE recurso gráfico que gera ruídos na superfície do objeto

OBJECT DATA informações do objeto em uma cena 3D

OCEAN modificador que cria superfícies oceânicas

LAYER pincel que define altura

LANDSCAPE ANT complemento que cria terrenos

LOOP CUTS cortes adicionais em uma malha

PLONGÉE ângulo em que a câmera está acima dos olhos

PUPPETS técnica da animação que utiliza bonecos articulados

REMESH recurso que recria a topologia de um objeto

RIGGING conjunto ramificado de ossos para animar um objeto ou personagem

SAPLING TREE GEN complemento que gera árvores

SCULPT técnica que permite a escultura

SERIFA traços que prolongam as extremidades de algumas fontes textuais

SHADER rede de nós que gera materiais, cor, volume e planos de fundo

SHINKWRAP modificador que projeta uma malha sobre outra

SHOTS tomadas de câmera

SKIN modificador que cria superfícies

SNAKE HOOKE pincel que cria formas alongas

SOLIDIFY modificador que adiciona profundidade

SKY TEXTURE ferramenta que adiciona céu

SPHERE sólido geométrico redondo

STOP-MOTION técnica da animação que utiliza modelos reais em diversos materiais

SUBDIVISION SURFACE modificador de suavização

TIME LAPSE técnica cinematográfica que exhibe vídeos com aspecto acelerado

TORUS sólido geométrico em forma de donut

VOLUME recurso que cria volumes

WIREFRAME visualização da estrutura subjacente do objeto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	2
2	REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1	AQUECIMENTO GLOBAL	3
2.2	ANIMAÇÃO 3D	8
3	DESENVOLVIMENTO	11
3.1	ANÁLISE DE SIMILARES	11
3.2	IDENTIDADE VISUAL.....	15
3.3	ROTEIRO PARA ANIMAÇÃO.....	18
3.4	SOFTWARE.....	19
3.5	PERSONAGEM	19
3.6	CENÁRIO.....	30
3.6.1	Externo.....	31
3.6.2	Interno.....	46
3.7	ILUMINAÇÃO E RENDER	59
3.8	PÓS-PRODUÇÃO.....	63
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
	REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

A Terra é um planeta marcado por uma dinâmica intrínseca que se manifesta em todos os seus sistemas, embora em escalas variadas. Isso se reflete nos processos atmosféricos. No entanto, nas últimas décadas, a interferência humana no meio, combinada com essa dinâmica natural, tornou-se inegável, resultando na perturbação do equilíbrio físico e químico do planeta, afetando sua superfície e acelerando os processos que o moldam. Diante dos efeitos adversos dessa intervenção, torna-se essencial reconhecer a urgência de preservar e proteger o planeta.

As mudanças climáticas e os problemas ambientais são hoje uma das maiores preocupações da sociedade contemporânea. É crucial conscientizar as pessoas sobre a necessidade de agir para mitigar os efeitos do aquecimento global (ONARAN, 2010). Nesse contexto, a animação se destaca como uma ferramenta de comunicação, capaz de transmitir informações complexas e despertar emoções que incentivem a ação em prol de um futuro sustentável (MATOS, 2019).

O objetivo deste trabalho é desenvolver modelos 3D que possam ser utilizados em produtos audiovisuais para conscientizar sobre os impactos devastadores do aquecimento global, como o derretimento das calotas polares, as alterações climáticas e a perda de habitats. O projeto visa, portanto, contribuir para a conscientização ambiental por meio dessas modelagens.

Inicialmente, é realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o aquecimento global e o uso de Computer Generated Imagery (CGI) na animação. Em seguida, são discutidas as decisões de produção, que envolvem a elaboração de um conceito a partir da análise de trabalhos similares e a criação em 3D dos cenários e personagens, incluindo a modelagem, o desenvolvimento de sistemas procedurais e a renderização das cenas. Por fim, serão apresentados os resultados obtidos e as possibilidades para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 AQUECIMENTO GLOBAL

O aquecimento global é um fenômeno climático de escala mundial caracterizado pelo aumento contínuo da temperatura média da Terra, resultante do acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera, principalmente devido às atividades humanas. Esse processo tem desencadeado uma série de impactos significativos no meio ambiente, na sociedade e na economia, tornando-se uma das questões mais prementes e complexas do século XXI.

“O aquecimento global é o aumento da temperatura terrestre, causado pela intensificação do efeito estufa, isto é, a retenção parcial da radiação infravermelha termal emitida pela Terra por constituintes da atmosfera.” (LACERDA; NOBRE, 2010)

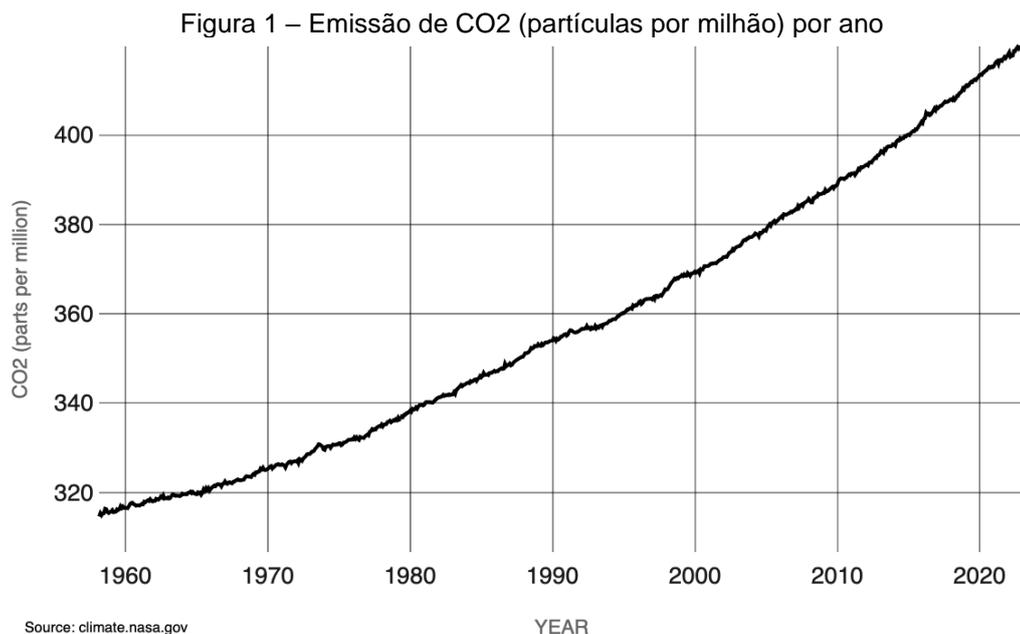
O aquecimento global é provocado por fatores internos e externos (SILVA, 2009), neste trabalho serão abordados apenas os fatores externos, que podem ser explicados como: “antropogênicos e relacionados a emissões de gases-estufa por queima de combustíveis fósseis, principalmente carvão e derivados de petróleo, indústrias, refinarias, motores, queimadas etc.” (SILVA, 2009). Essas atividades humanas podem ser definidas como parte da origem do aquecimento global, ou seja:

“A origem do aquecimento global de origem antropogênica está relacionada com o aumento da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera, dos quais o dióxido de carbono – CO₂ é o mais abundante, gerado, principalmente, por atividades humanas.” (LACERDA; NOBRE, 2010)

Desde o início da Revolução Industrial (1760), atividades humanas como a queima de combustíveis fósseis aumentaram a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Esse processo corrobora no aquecimento do planeta e os sistemas climáticos são afetados: desde padrões de chuva e vento até os eventos climáticos extremos que aumentam em frequência e intensidade. Além disso, as calotas polares e as geleiras globais estão derretendo e, por consequência, o nível do mar está subindo. Parte do excesso de dióxido de carbono na atmosfera está sendo absorvido pelos oceanos, tornando-os mais ácidos (LACERDA; NOBRE, 2010).

Na sociedade atual é cada vez mais necessário refletir sobre as atitudes e comportamentos individuais adotados. As mudanças climáticas, as crises econômicas e os abalos sociais que se observam, estão sendo agravados devido às ações indiscriminadas e insustentáveis do ser humano em relação ao meio ambiente. (ONARAN, 2010)

Dados da NASA (Agência Espacial Americana) indicam que a quantidade de CO₂ na atmosfera aumentou em 50% em menos de 200 anos, ou 150% mais do que em 1750. Isso é um indicativo do impacto das atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) e o desmatamento, que liberam grandes quantidades de CO₂ na atmosfera.

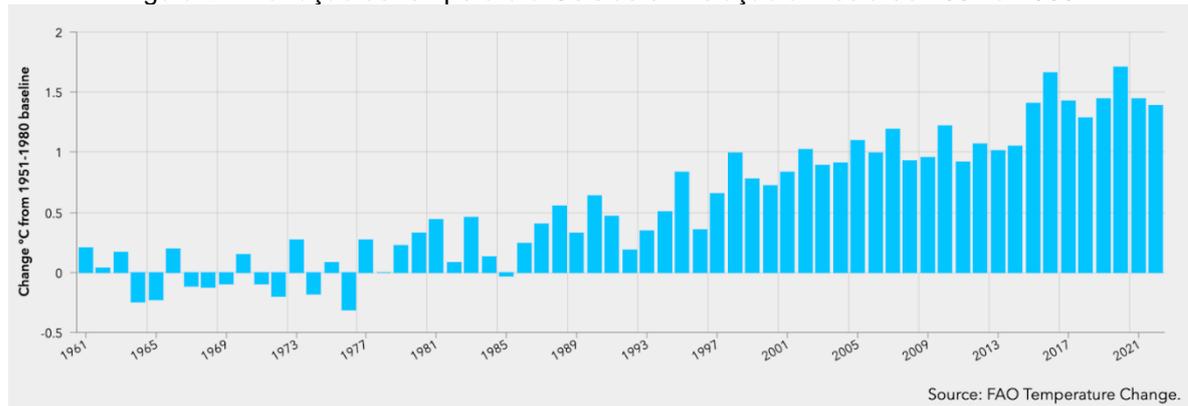


Fonte: NASA (2021)

Segundo a mesma fonte, a temperatura média no planeta Terra vem aumentando nos últimos anos: 1,5° C acima da média obtida entre os anos de 1951 e 1980. Esse dado reflete o aquecimento global observado e documentado com a média de temperatura sendo um fator de referência para avaliar as mudanças na temperatura global. Isso fornece uma linha de base para entender como as temperaturas atuais se comparam às médias do passado.

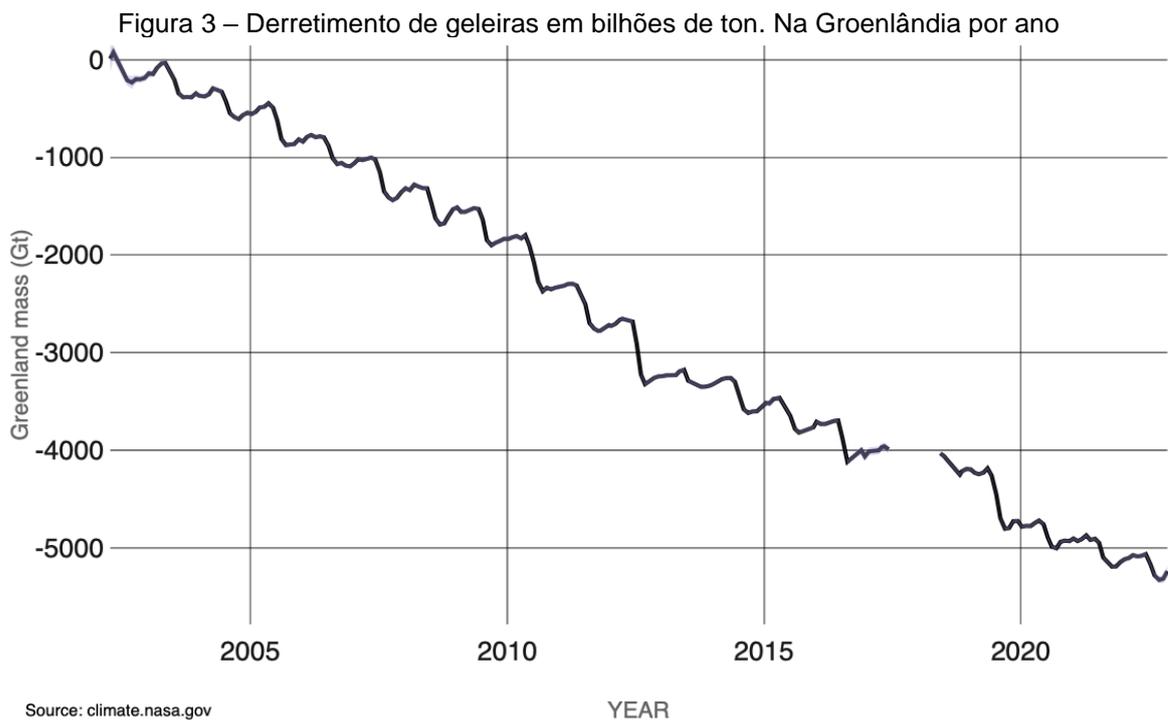
Esse aumento é atribuído principalmente à emissão crescente de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono (CO₂), devido a atividades humanas, como queima de combustíveis fósseis, desmatamento e processos industriais. Esses gases retêm o calor na atmosfera, criando um efeito estufa, o que leva a um aumento da temperatura.

Figura 2 – Variação de temperatura Celsius em relação a média de 1951 a 1980



Fonte: NASA (2021)

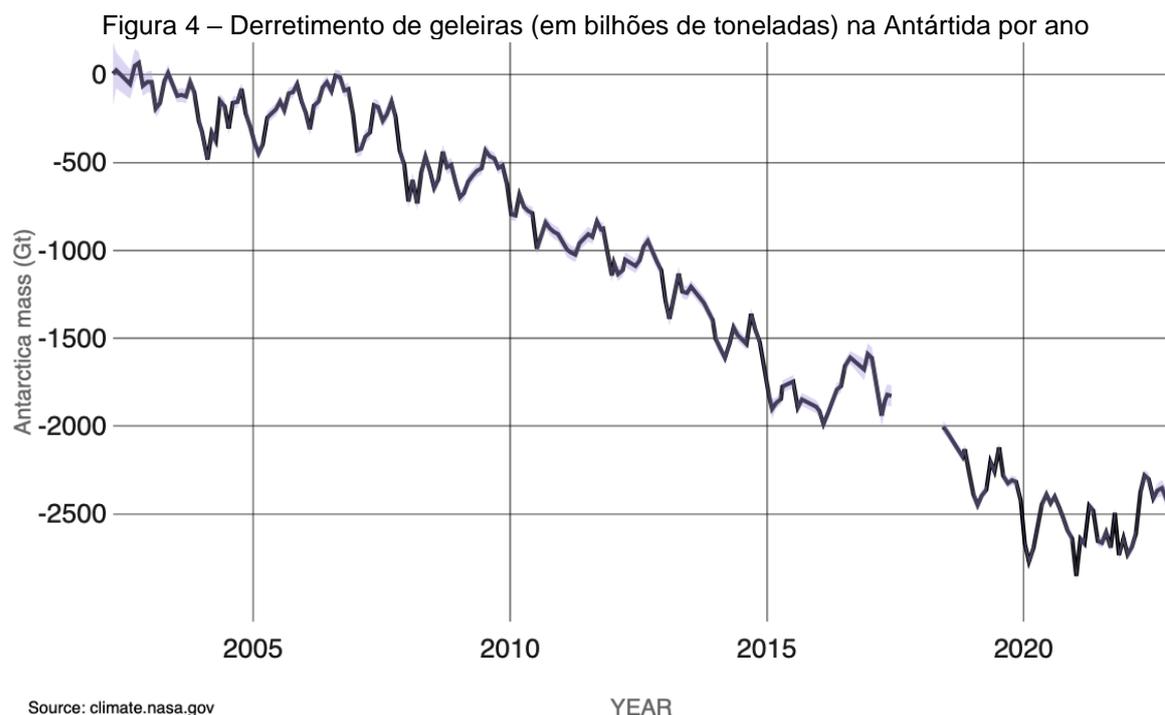
A NASA também aponta que as geleiras nos polos vêm derretendo nos últimos anos: a Groenlândia perdeu 273 bilhões de toneladas de geleiras, enquanto a Antártida perdeu 151 bilhões de toneladas, desde 2002.



Fonte: NASA (2021)

O derretimento das geleiras nas regiões polares é uma consequência direta do aumento das temperaturas médias globais. À medida que o planeta se aquece, o gelo nas calotas polares começa a derreter a taxas mais aceleradas.

A Groenlândia, no Ártico, perdeu uma quantidade impressionante de 273 bilhões de toneladas de gelo entre 2002 e o período atual. Esse derretimento contribui para o aumento do nível do mar, ameaçando comunidades costeiras em todo o mundo. O derretimento da Groenlândia também pode afetar os padrões de circulação oceânica, que desempenham um papel fundamental na regulação do clima global.



Fonte: NASA (2021)

A Antártida também perdeu uma quantidade substancial de gelo, registrando uma perda de 151 bilhões de toneladas desde 2002. Esse derretimento contribui significativamente para a elevação do nível do mar, pois a Antártida abriga uma grande quantidade de gelo continental.

Com o propósito de enfrentar problemas sociais de relevância global, a Organização das Nações Unidas (ONU) desenvolveu 17 objetivos por meio de um pacto global entre os países membros, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

O 13º objetivo, “Ação Contra a Mudança Global do Clima” visa proteger o planeta e tomar medidas urgentes em relação às mudanças climáticas. Este objetivo tem como metas principais a redução das emissões de gases de efeito estufa, o fortalecimento da resiliência e a implementação de estratégias de adaptação. Busca também promover a conscientização e a educação sobre questões climáticas, incentivando a cooperação global para enfrentar esse desafio crítico (UNIDAS, 2023).

Segundo Sachs (2007), nesse contexto, é essencial redirecionar os aspectos individualistas em direção a preocupações coletivas. Como uma alternativa para reestruturar a maneira de pensar e agir dos indivíduos, o desenvolvimento sustentável defende a necessidade de mudanças que permitam a continuidade das práticas

humanas, levando em consideração a evidente escassez dos recursos, especialmente os naturais. Essa ideia torna-se viável quando se busca harmonizar as dimensões fundamentais – social, econômica e ambiental – nas atividades cotidianas.

2.2 ANIMAÇÃO 3D

O CGI (*Computer Graphic Imagery*, em português: Imagem Gerada por Computador) consiste na técnica de criar animações sem filmagem, sendo tudo produzido pelo computador. O desenvolvimento das técnicas de animação, um processo que remonta ao século XVIII, trouxe consigo uma variedade temática de gêneros. Hoje em dia, técnicas de animação baseadas em desenhos animados, *puppets*, *stop-motion*, *shadow*, *cut-out* e *time lapse* podem ser aplicadas tanto de forma manual quanto com base em tecnologia digital (KEÇEÇI, 2012).

Essa técnica se tornou popular com a produção *Toy Story*, lançada em 1995, o primeiro longa-metragem animado completamente em 3D, produzido pelos estúdios *Pixar* em parceria com a *Walt Disney Pictures* (PRICE, 2009).

O uso de computadores na criação de produções visuais desempenha diversos papéis e funções. Ao longo do tempo, o número dessas funções tem aumentado à medida que a tecnologia se tornou mais acessível e fácil de usar. Animadores e cientistas da computação têm ampliado os limites do que é possível na animação (TAYLOR, 1996).

Na década de 1960, a computação gráfica começou a surgir na área da aeronáutica, sendo utilizada em simuladores de voo e outras tecnologias voltadas para o treinamento militar e avanço científico (GOODMAN, 1987). No entanto, foi a partir dos anos 1970 que surgiram softwares capazes de auxiliar os animadores, atendendo à sua busca por técnicas inovadoras nos filmes de animação. Dentre as experiências com o digital, destacam-se a combinação entre filmagem real e animação ou efeitos especiais, com reconhecimento aos cineastas George Lucas e Steven Spielberg nessa área (SOLOMON, 1987).

Em 1990, a animação 3D ganhou popularidade na indústria cinematográfica e dos games. No ano seguinte, 1991, a Disney® utilizou animação 3D em *A Bela e A Fera* no cenário e nos movimentos de câmera. Em 1995 a *Pixar* lançou o primeiro longa-metragem de animação totalmente em 3D, *Toy Story*, produção com sucesso

comercial e de crítica, e que abriu portas para o gênero — *Vida de Inseto* (1998), *Toy Story 2* (1999), *Monstros S.A* (2001) (BEANE, 2012).

Segundo Cruz (2006), antes do sucesso do cinema em 3D, a animação 2D tradicional foi dominante no mercado por um longo período. Com o surgimento da animação digital, houve mudanças na relação entre o animador e sua criação, uma vez que o trabalho passou a ser mediado por programas de computador, não dependendo exclusivamente das habilidades do animador. Além disso, a era digital também transformou a experiência do espectador com o cinema de animação. Embora a estrutura narrativa dos filmes seja semelhante, a animação 2D e o 3D diferem nas estratégias empregadas para contar suas histórias.

Enquanto os filmes de animação tradicionais, como *A Branca de Neve e os Sete Anões* dos estúdios Walt Disney® (1937), adotam uma abordagem mais dramática, com alívio cômico proporcionado por personagens secundários, os filmes em 3D, como *Toy Story* (1995) e *A Era do Gelo* (2002), estabelecem um novo paradigma estético, constantemente recorrendo ao humor visual e narrativo, enquanto abordam questões específicas da sociedade contemporânea. Há uma diferença significativa entre a estética contemplativa dos filmes 2D, que busca evocar emoções no espectador, e o cinema de animação 3D, que se baseia principalmente em estratégias humorísticas, reforçando uma representação burlesca da realidade (CRUZ, 2006).

As novas tecnologias impulsionaram um crescimento exponencial no universo da animação, tanto em termos estéticos, quanto narrativos e sociais, elevando-a a uma técnica cinematográfica cada vez mais complexa, com suas próprias peculiaridades absorvidas. Assim como a década de 1930 testemunhou o auge das produções da Disney®, marcadas por uma completude visual estética e narrativamente dramática, o cinema de animação vive outro momento glorioso com o sucesso do 3D, impulsionado pela irreverência da Pixar, que se destacou com produções inovadoras e totalmente digitais (NELMES, 2012).

A animação em 3D computadorizada possui uma vantagem única na representação do espaço físico de uma cena. É versátil e de fácil utilização devido ao design tridimensional preciso, a cena é construída sem uma sensação artificial, permitindo simular e reproduzir o estilo realista do mundo primário. Na animação em 3D, a primeira impressão muitas vezes faz com que o público se lembre e compare coisas semelhantes da vida cotidiana devido à forma tridimensional (JINAN DU, 2021).

Ainda de acordo Jinan Du (2021), com a clareza da imagem e a sensação de espaço tanto do primeiro plano quanto do plano de fundo na animação em 3D, seja projetada com objetos naturais ou tecnologia virtual 3D, são sempre semelhantes ao mundo real. Isso ocorre porque o design da cena segue integralmente as regras científicas de perspectiva.

Em outra abordagem, o computador pode ser visto como um auxiliar na concretização de ideias que anteriormente eram inalcançáveis devido às limitações tecnológicas. A maleabilidade das ferramentas digitais oferece a qualquer aspirante a possibilidade de criar um filme de animação, algo impensável no início do século XX (MALINA, 1990)

O progresso da tecnologia é crucial para a animação em 3D, pois emerge como resultado da produtividade de alta tecnologia. Cada nova criação na animação em 3D demonstra o ápice da tecnologia de animação computadorizada alcançada pela humanidade (JINAN DU).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 ANÁLISE DE SIMILARES

Pingu é uma série de desenho animado suíça-britânica que foi criada por *Otmar Gutmann* e produzida por *Trickfilmstudio®* e *Hit Entertainment®*. A série é centrada em torno de *Pingu*, um jovem pinguim que vive na fictícia Vila dos Pinguins na Antártida.

Figura 5 – Cena da animação *Pingu*



Fonte: Pingu

Destacada por seus fatores estéticos peculiares, *Pingu* emprega a técnica *stop-motion*, com personagens e cenários feitos de massinha de modelar, que têm uma aparência tátil, orgânica e mais artesanal. Predominantemente composta por tons frios em branco e azul, que evocam a atmosfera de inverno e neve, essas cores contribuem para a sensação de frieza e isolamento. Em contrapartida, o humor visual e as expressões faciais exageradas para transmitir emoções de forma clara quebrando essa frieza de tons do cenário e dando mais destaque aos elementos visuais.

Figura 6 - Cena da animação *Pingu*

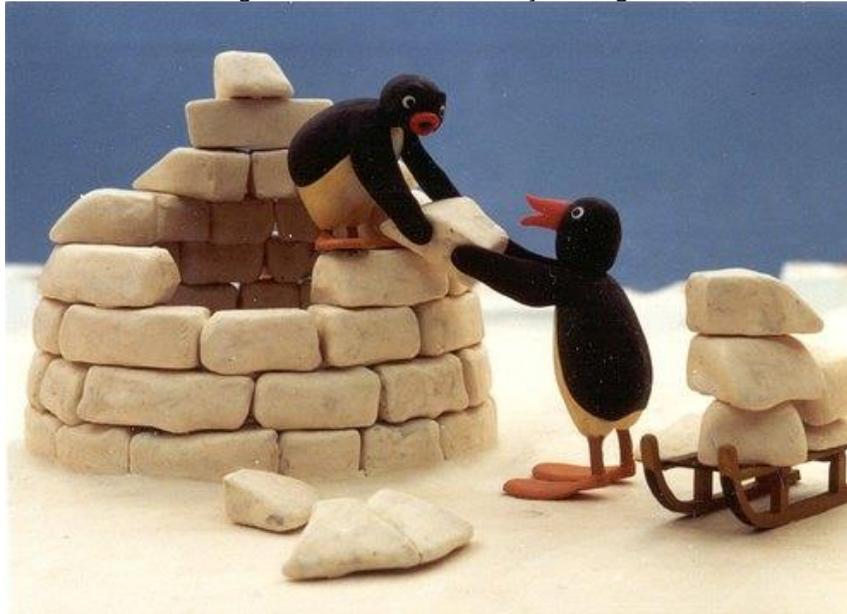
Fonte: Pingu

A escolha de Pingu como referência para este trabalho deve-se à maneira como a série captura a estética de um cenário gelado e isolado, utilizando técnicas simples e adaptáveis para transmitir a sensação de um ambiente ameaçado pelas mudanças climáticas. Os tons frios, a iluminação difusa e a técnica stop-motion são relevantes para a modelagem, pois contribuem para criar uma atmosfera que reflete tanto as consequências visuais quanto emocionais do aquecimento global.

Figura 7 – Cena da animação *Pingu*

Fonte: Pingu

Figura 8 – Cena da animação *Pingu*



Fonte: Pingu

Snowman é uma música lançada em 2017 pela cantora Sia. O vídeo musical conta a história de um casal de bonecos de neve que enfrentam desafios para sobreviver ao calor e ao derretimento ao longo da temporada de Natal.

Figura 9 – Cena do videoclipe *Snowman*



Fonte: Snowman – Sia

O curta segue a estética visual *stop-motion*, com um cenário caracterizado por um ambiente invernal que ocorre em um fundo branco e simples, mas que cria uma atmosfera minimalista e fria de isolamento.

Figura 10 – Cena do videoclipe *Snowman*

Fonte: Snowman – Sia

Ademais, a iluminação desempenha um papel importante nessa ambientação, ao trazer em alguns momentos tonalidades mais quentes em magenta e laranja, criando um contraste entre a luz e sombra. Essa iluminação também enfatiza a sensação de intensidade e drama adicionando profundidade visual à medida que o vídeo progride e o boneco de neve começa a derreter.

Figura 11 – Cena do videoclipe *Snowman*

Fonte: Snowman – Sia

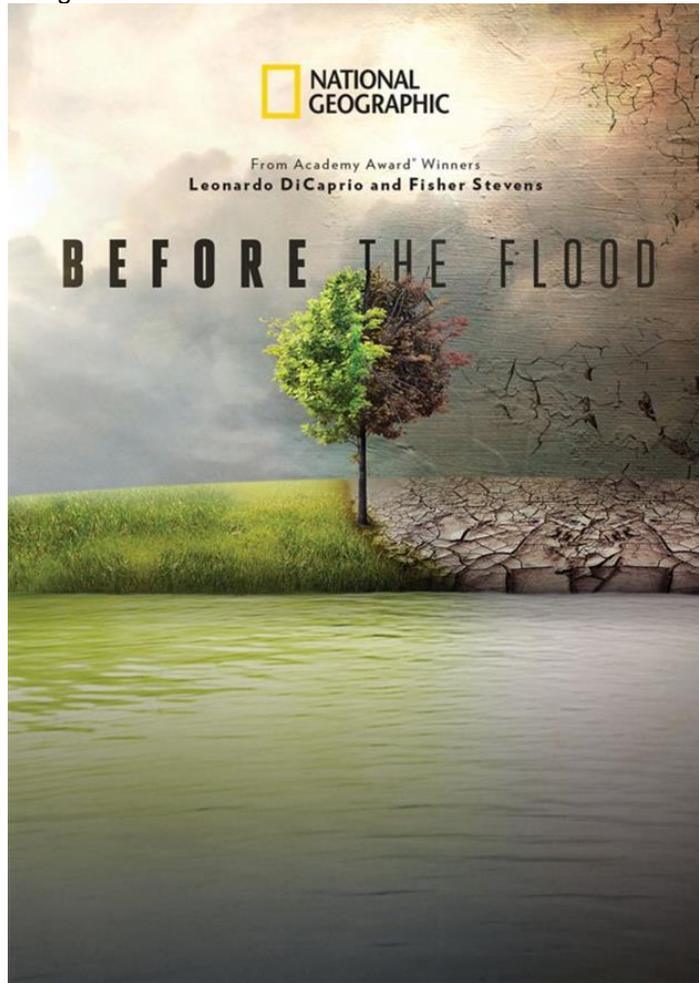
Figura 12 – Cena do videoclipe *Snowman*

Fonte: Snowman – Sia

A escolha de *Snowman* como referência se deve à sua habilidade em transmitir de forma impactante o tema do derretimento e suas consequências. A combinação da estética stop-motion com uma iluminação dramática e as transições de tons ajudam a criar uma atmosfera que ilustra o efeito do calor em um ambiente gelado, refletindo o processo de aquecimento global de maneira sensível e artística. A riqueza de detalhes no cenário e nos personagens, juntamente com a intensidade da iluminação, destaca o drama do derretimento, oferecendo uma perspectiva distinta da apresentada em *Pingu* e auxiliando na representação visual dos efeitos emocionais e físicos das mudanças climáticas.

3.2 IDENTIDADE VISUAL

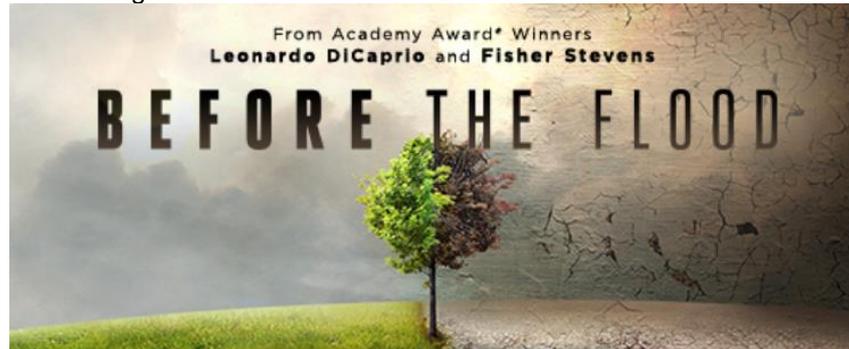
O pôster do filme *Before the Flood*, que foi lançado em 2016, utiliza uma composição visual para enfatizar o contraste entre paisagens naturais e os impactos ambientais, alinhando-se de forma característica com o tema do filme. Esse contraste entre as paisagens, inclusive na tipografia do título, é empregado para criar uma narrativa visual que transmite a mensagem central do filme. Ele ilustra a diferença entre um mundo natural intocado e um que foi afetado por ações humanas, tais como a poluição, o desmatamento e o aumento da temperatura global.

Figura 13 – Pôster do filme *Before The Flood*

Fonte: Before The Flood

Além disso, esse contraste incorpora elementos que podem tocar no lado emocional do espectador. Por um lado, a beleza das paisagens naturais pode inspirar admiração e preocupação, enquanto, por outro lado, as imagens das paisagens degradadas podem suscitar sentimentos de tristeza e urgência. Resumidamente, essa oposição de paisagens no pôster estimula a conscientização e a ação em relação às questões ambientais, enfatizando a imperatividade de tomar medidas para preservar o meio ambiente e enfrentar as mudanças climáticas.

Figura 14 – Pôster do filme *Before The Flood*



Fonte: Before The Flood

A maneira como o pôster de *Before the Flood* comunica a urgência das questões ambientais por meio do contraste de paisagens e da tipografia textual serviu de inspiração para o estilo adotado na identidade visual do projeto "Heating Ball". Assim, optou-se por utilizar a fonte sem serifa Dosis como parte desse design, com a variação Dosis SemiBold e Dosis ExtraLight para trazer a mesma ideia de contraste do pôster acima. Ademais, propositalmente foi realizado o desnível manual nas letras, para refletir a abordagem do projeto e fazer uma analogia com o desequilíbrio ambiental que afeta o planeta Terra.

Figura 15 – Título com a variação Dosis SemiBold e Dosis ExtraLight

HEATING BALL

Fonte: elaborado pela autora

Figura 16 – Título estilizado

HEATING BALL

Fonte: elaborado pela autora

Figura 17 – Aplicação do título na montagem do curta



Fonte: elaborado pela autora

Figura 18 – Aplicação do título na montagem do curta



Fonte: elaborado pela autora

3.3 ROTEIRO PARA ANIMAÇÃO

O curta-metragem traz à tona a conscientização sobre o aquecimento global por meio da história de Snowy, um boneco de neve que reside em uma vila de iglus

isolada. No entanto, a vida dele está em perigo à medida que seu iglu começa a derreter devido aos efeitos devastadores do aquecimento global.

Heating Ball busca inspirar o público a refletir sobre a importância de ações coletivas para enfrentar as mudanças climáticas e na salvaguarda dos frágeis ecossistemas do planeta Terra.

3.4 SOFTWARE

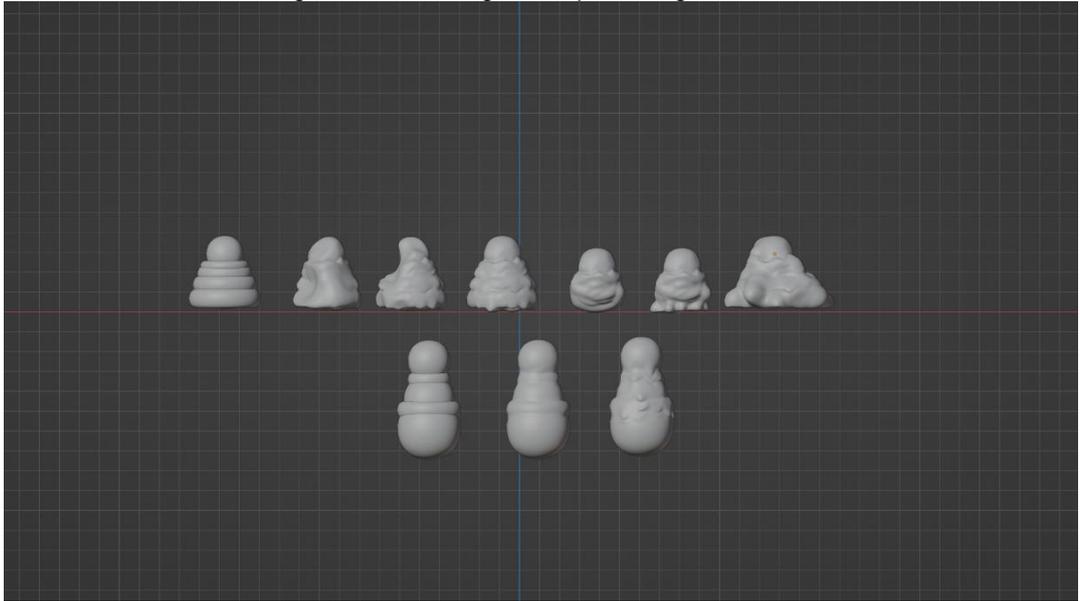
O programa escolhido foi o Blender 3D, uma aplicação de código aberto oferecida de forma gratuita pela *Blender Foundation*. O Blender 3D é uma ferramenta versátil que abrange modelagem, animação, texturização, renderização e edição de vídeo. A familiaridade prévia com o software e a presença desses recursos abrangentes foram os principais fatores que influenciaram a decisão de utilizá-lo.

3.5 PERSONAGEM

O personagem da animação é um boneco de neve com movimentos inspirados no robô *BB8* do *Star Wars* (figura 24). A partir da consulta de algumas fontes de inspiração, iniciou-se o processo de desenvolvimento das ideias para o personagem através de blocagens rápidas. Normalmente a concepção de personagens é realizada por meio de desenhos e esboços em 2D, mas devido à maior familiaridade com a expressão direta em 3D, optou-se por explorar essa abordagem.

Destarte, primeiramente foi iniciada a blocagem (figura 19) de formas geométricas simples, o *Cube* e o *Torus* combinados como modificador de *Subdivision Surface*. Posteriormente, essa blocagem foi mesclada com o comando *join* (Ctrl-J) para passar pelo processo de escultura. No modo *sculpt* foi aplicado um *remesh* no objeto, processo no qual se recria a topologia (estrutura) da malha para simplificá-la e deixá-la mais uniforme para ser esculpida. Foram utilizados os pincéis *Clay Strips* para nivelar partes das superfícies após o *remesh*, o pincel *Snake Hooke* que permitiu a aparência derretida e, por fim, o *Inflate* que como o nome sugere, criou aspectos de bolhas na malha.

Figura 19 – Blocagem do personagem



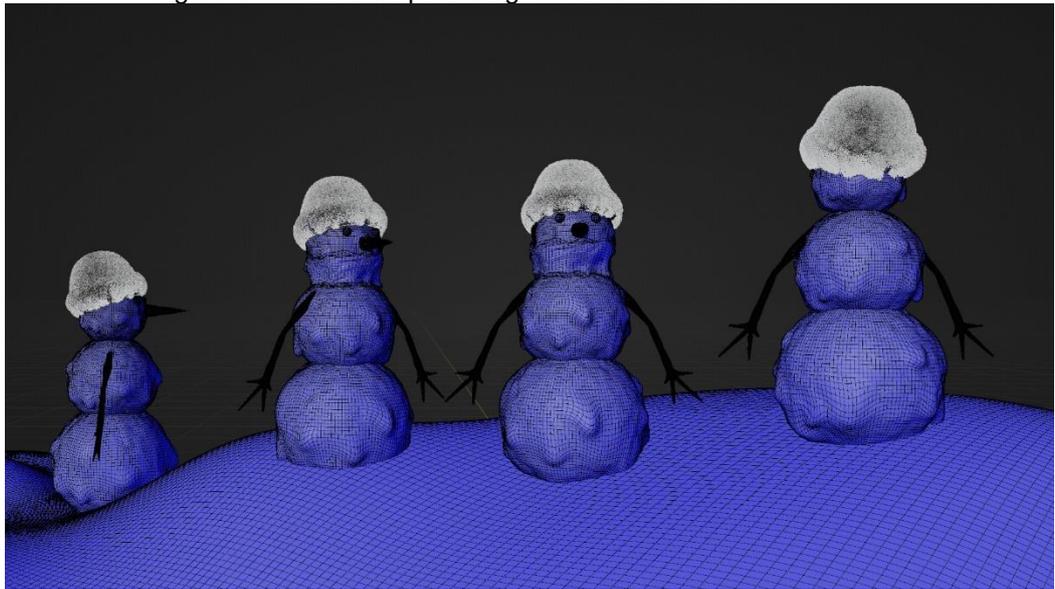
Fonte: elaborado pela autora

Após várias experimentações, selecionou-se aquela que mais se aproximou do resultado desejado (figura 20) para avançar para a próxima etapa, que envolveu a modelagem detalhada (figuras 21 e 22) e seu *shader* (figura 23).

Figura 20 - Render das poses do personagem



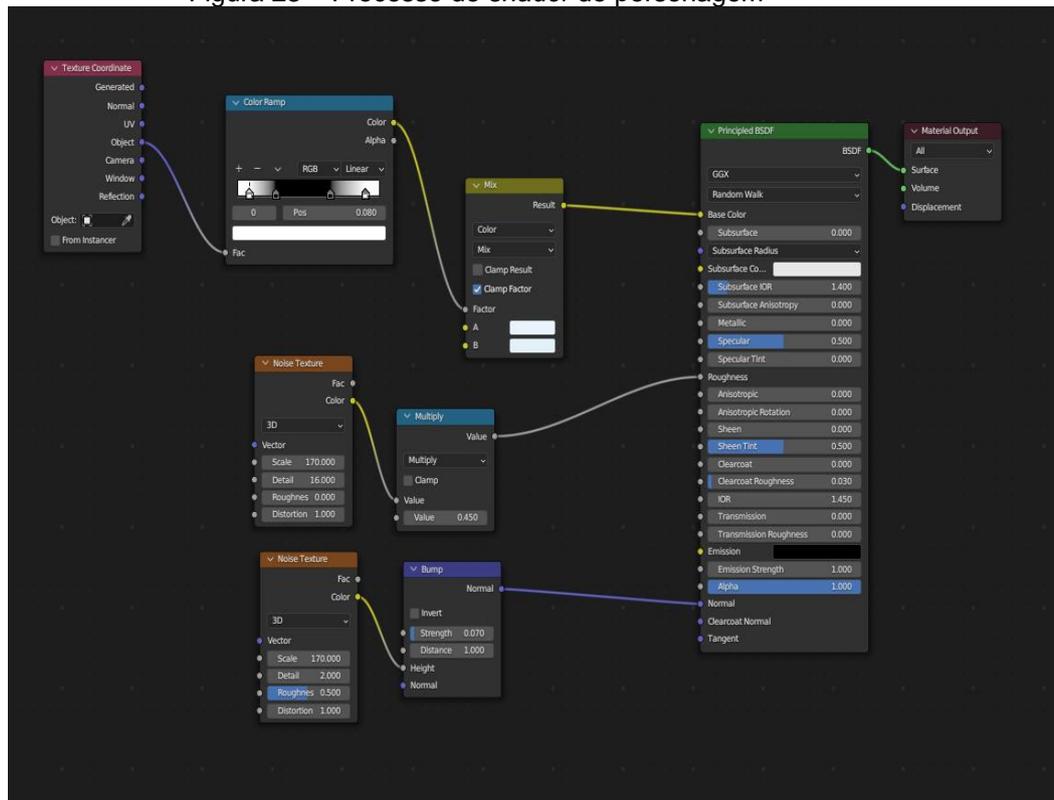
Fonte: elaborado pela autora

Figura 21 - Poses do personagem no modo *wireframe*

Fonte: elaborado pela autora

Figura 22 - Poses do personagem em *solid*

Fonte: elaborado pela autora

Figura 23 – Processo de *shader* do personagem

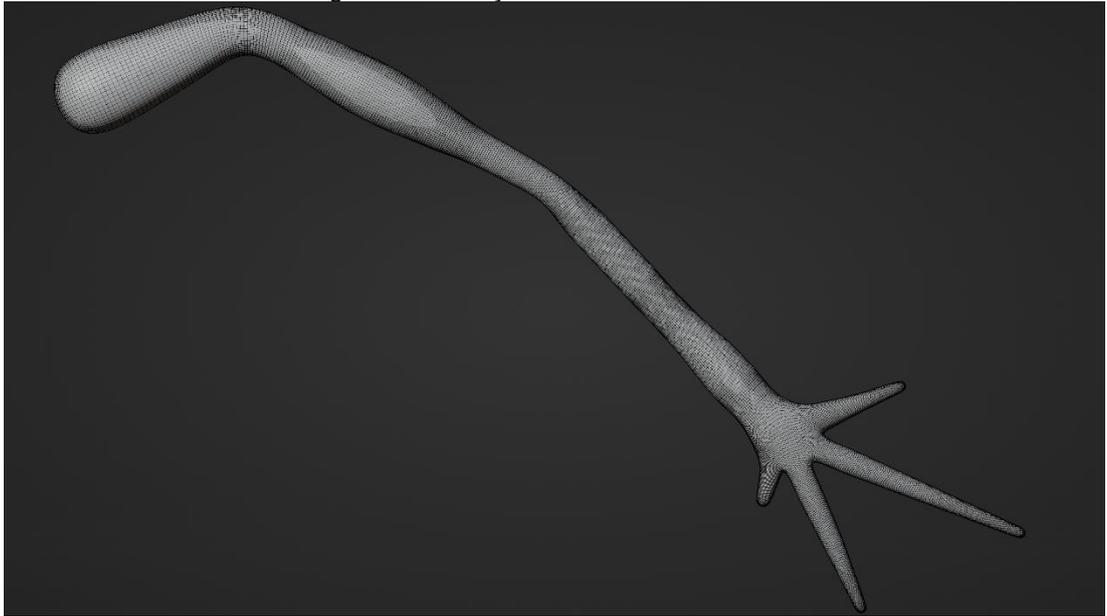
Fonte: elaborado pela autora

O shader do boneco de neve usa vários nós para criar um material realista. O nó Texture Coordinate gera as coordenadas de textura, enquanto o Noise Texture cria um padrão tridimensional de ruído para simular a textura irregular da neve. A Color Ramp adiciona variações de cor, e o Bump ajusta o relevo, convertendo o ruído em um mapa normal. O Multiply mistura o ruído com a cor base, e o MixRGB mistura os resultados. O Principled BSDF define as propriedades do material, e o Subsurface Scattering simula a dispersão da luz, dando à neve uma aparência translúcida. Esses elementos juntos criam um material de neve detalhado e realista.

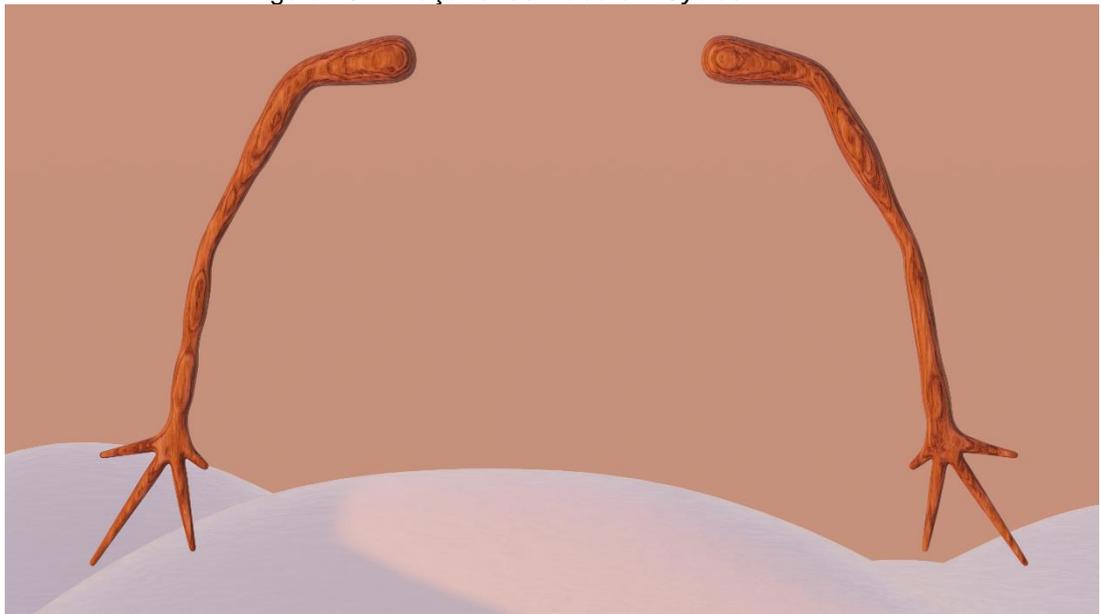
Figura 24 – Cena do filme *Star Wars*

Fonte: Star Wars

Os braços do boneco (figuras 25 e 26) têm uma proposta mais orgânica e simples. A inspiração para sua forma vem de curvas que remetem a parte da natureza a qual o personagem está inserido. E esses membros deveriam parecer que cresceram organicamente a partir do próprio corpo do boneco de neve, como se fossem extensões naturais de sua forma arredondada. Com o *cube* selecionado no modo de edição, foi dado um *merge* no centro, restando um vértice. A partir desse vértice foram feitas extrusões para formar a nova geometria do braço e mãos, alguns ajustes de espessura foram feitos com os comandos (Ctrl-A), depois aplicado o modificador *Skin* para criar uma malha por cima e, por fim, o *Subdivision Surface*.

Figura 25 – Braço em *wireframe*

Fonte: elaborado pela autora

Figura 26 – Braço renderizado em *Cycles*

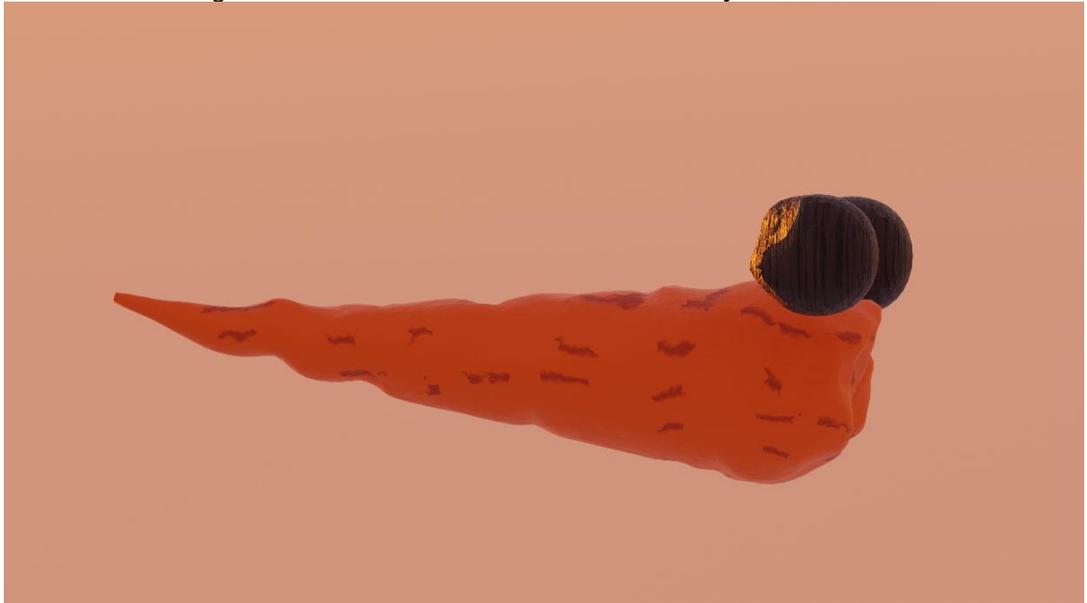
Fonte: elaborado pela autora

Os olhos do boneco de neve são pequenos e inspirados em pedaços de sementes. Apesar de simples, os olhos são janelas para a personalidade e emoções do personagem. Nesse processo foi utilizado o *Cube* combinado ao modificador *Subdivision Surface*. Para o aspecto irregular foram utilizados os pincéis *Draw* e *Layer* no modo *Sculpt*.

O nariz de cenoura (figuras 27 e 28) apresenta forma irregular e algumas rugosidades superficiais. Foi utilizado a *sphere* com o processo de extrusão, adição

de *loop cuts* (Ctrl-R), alguns chanfrados nas arestas (Ctrl-B) para trazer um aspecto mais orgânico, *Subdivision Surface* para suavizar e, por fim, no modo *Sculpt*, para realçar aquele aspecto foram utilizados os pincéis *Clay* e *Crease*. As figuras 29 e 30 demonstram como ficou o *shader* do nariz e dos olhos.

Figura 27 – Olhos e nariz renderizados em *Cycles*

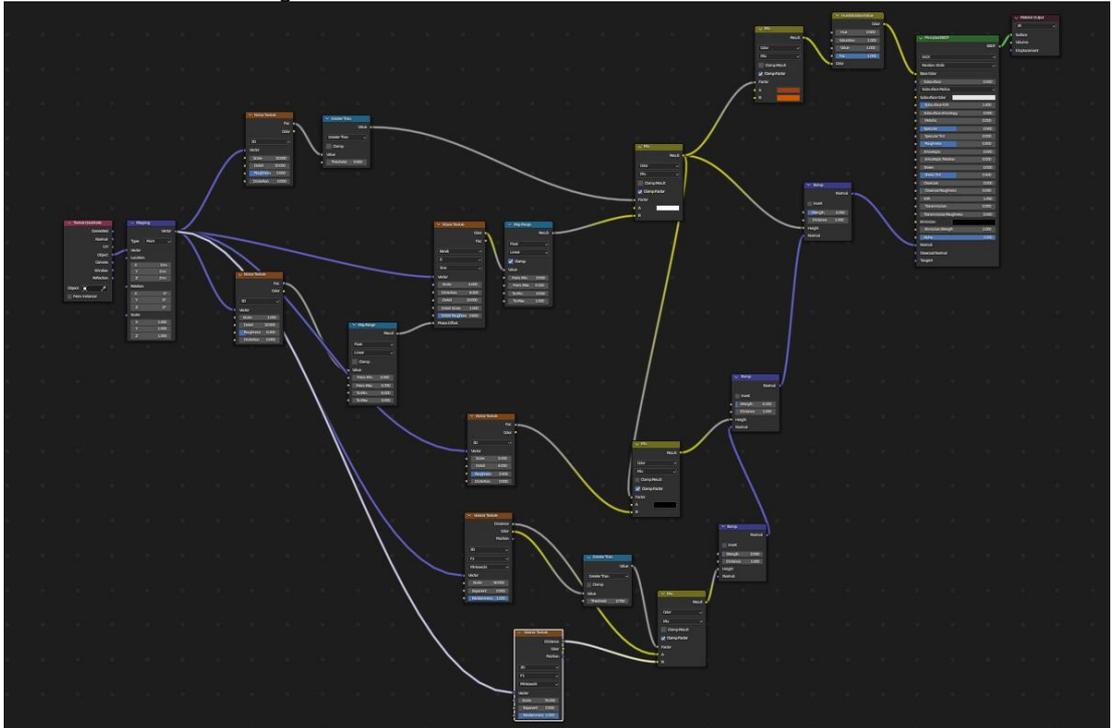


Fonte: elaborado pela autora

Figura 28 – Olhos e nariz em *wireframe*

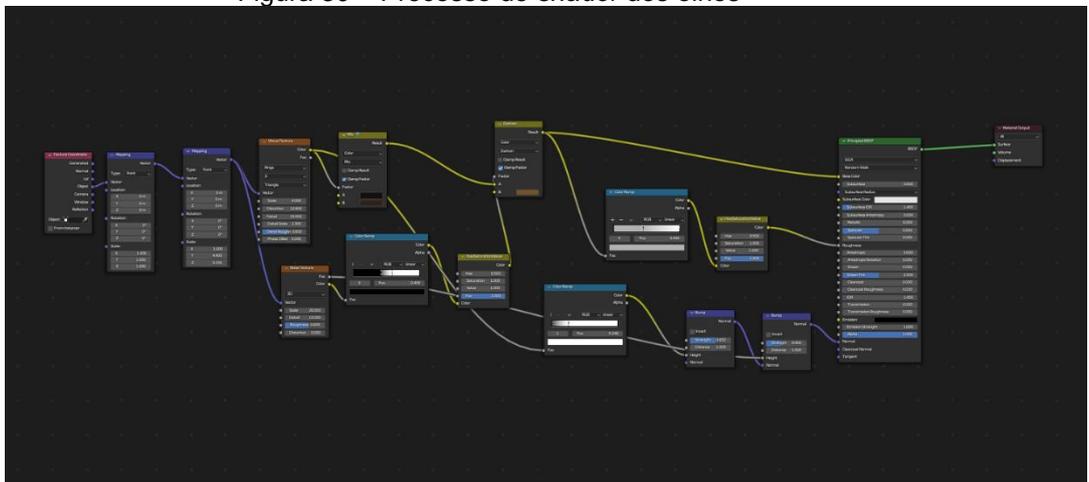


Fonte: elaborado pela autora

Figura 29 – Processo de *shader* do nariz

Fonte: elaborado pela autora

O shader do nariz do boneco de neve no Blender é mais complexo do que o do corpo, simulando materiais como cenoura com detalhes específicos. Utiliza múltiplos nós de textura para criar a base da cor, detalhes da superfície e variações. Os nós de mistura combinam essas texturas para um efeito realista, e os nós de mapa normal adicionam rugosidade e imperfeições. Para simular o brilho da cenoura, pode-se usar nós de emissão. Em resumo, o shader do nariz combina texturas, mapas e brilho para um visual mais detalhado e convincente.

Figura 30 – Processo de *shader* dos olhos

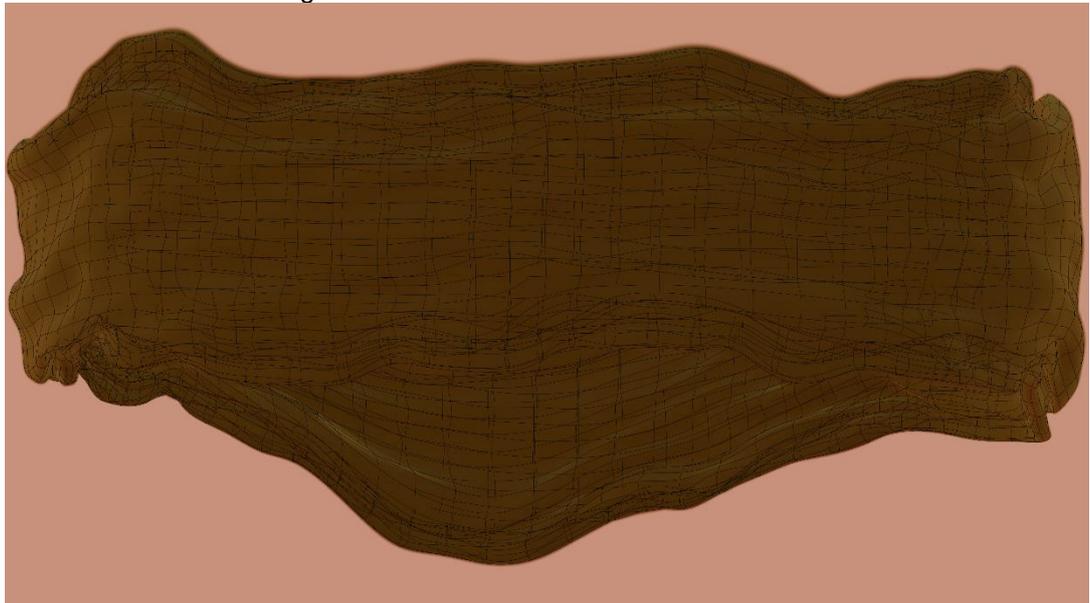
Fonte: elaborado pela autora

O shader dos olhos do boneco de neve no Blender utiliza várias camadas para criar um material realista, texturas e ruídos para detalhes, nós de emissão para brilho, e possíveis efeitos de sub-surface scattering para profundidade. Além disso, nós específicos simulam reflexos, tornando os olhos mais vívidos e expressivos.

Em contraste, o cachecol (figuras 31 e 32) possui uma textura macia e que remete ao tecido, criando contraste com a superfície fria do corpo do boneco de neve. Além disso, o cachecol desempenha um papel de mistério na aparência do boneco, uma vez que suas feições e emoções permanecem ocultas sob as dobras do tecido. Foi empregada a cor verde simbolizando a esperança, pois mesmo em um mundo caótico afetado pelas mudanças climáticas, ainda há tempo do ser humano fazer a diferença, mitigar esses impactos e trabalhar pela sustentabilidade.

Para esse acessório foi usada a curva *Bezier*, adicionada espessura e profundidade no parâmetro *Geometry* que consta no *Object Data*, em seguida esse objetivo foi convertido para *mesh*, posteriormente no painel *Physics* foi selecionada a opção *Cloth* e dentro do parâmetro *Collisions* selecionada a opção *Self Collisions*. No atalho *play* o efeito de amortecimento acontece e para congelar esses dados foi aplicada a Geometria Visual da Malha ou *Visual Geometry as Mesh* (Ctrl-A).

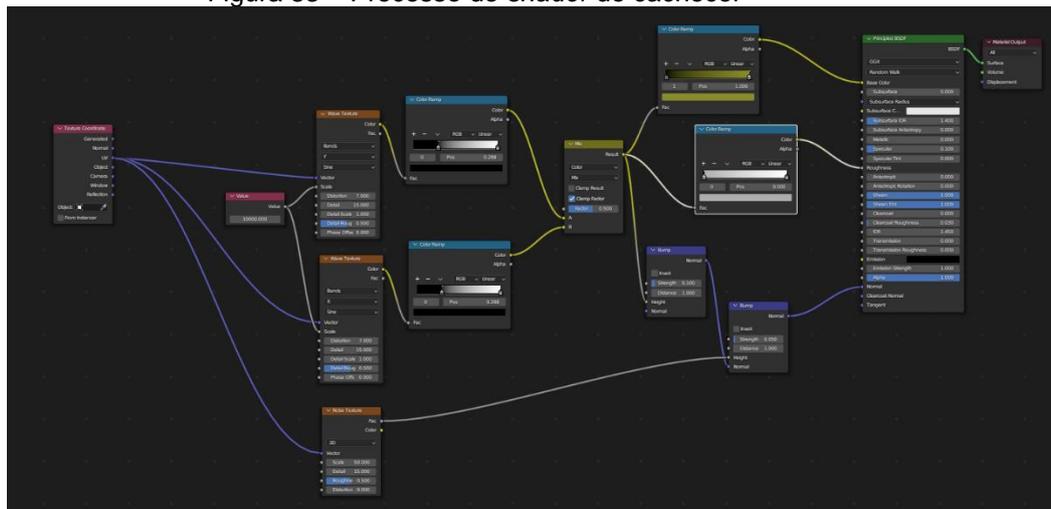
Figura 31 – Cachecol em *wireframe*



Fonte: elaborado pela autora

Figura 32 – Cachecol renderizado em *Cycles*

Fonte: elaborado pela autora

Figura 33 – Processo de *shader* do cachecol

Fonte: elaborado pela autora

O shader do cachecol do boneco de neve no Blender é projetado para criar um material similar a tecido. Ele usa várias camadas, incluindo uma cor base, texturas que simulam algodão, e nós para mostrar enrugamentos.

Além do cachecol, a touca de pelinhos e a cartola também fazem parte dos acessórios do boneco de neve, sem um propósito estético específico. Para a cartola, foi usado o *Cylinder* como base, enquanto a aba foi criada com a primitiva *Circle*. O *Extrude* foi utilizado para adicionar a faixa amarela ao redor da cartola. Para suavizar as bordas de ambas as primitivas, foi aplicado o modificador *Bevel* nas arestas. Além disso, foram utilizados os modificadores *Solidify* e *Subdivision Surface* para conferir

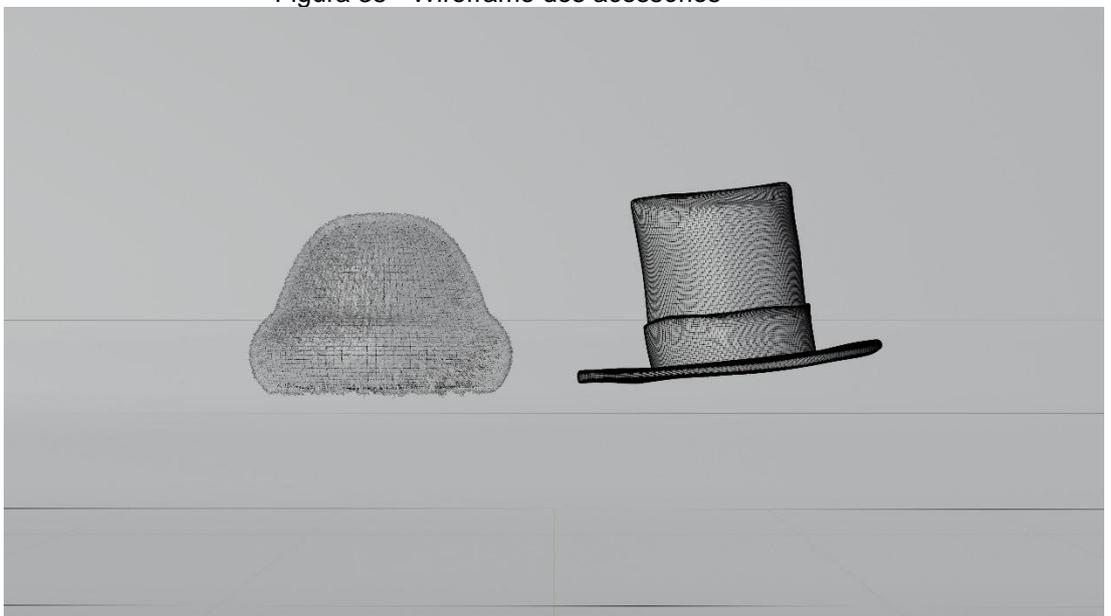
espessura e suavidade às superfícies, respectivamente. O pincel *Draw* foi empregado para criar pequenas deformidades, adicionando organicidade ao acessório.

Figura 34 - Render dos acessórios



Fonte: elaborado pela autora

Figura 35 - Wireframe dos acessórios



Fonte: elaborado pela autora

Na construção da touca de pelinhos, foi utilizado o *Circle* com extrusões no eixo Z para criar a forma arredondada. A ferramenta *Loop Cut* foi aplicada em conjunto com a escala para ajustar e refinar o formato. Para suavizar a superfície, foi

empregado o modificador *Subdivision Surface*. O efeito de pelinhos foi alcançado com o sistema de partículas *Hair*, que permite a criação de múltiplos fios que podem ser estilizados para uma estética mais realista.

3.6 CENÁRIO

A animação é constituída de dois cenários, um externo e um interno. Foram utilizadas referências orgânicas, pois o objetivo era criar modelos manufaturados e mais realistas. A transição entre os dois cenários, o externo e o interno, foi projetada para destacar a diferença entre a vida no mundo natural e as consequências do aumento da temperatura no planeta Terra.

No cenário externo, os elementos do ambiente, como árvores e vegetação, foram modelados com base em observações do mundo natural, buscando uma representação verossímil de natureza. A escolha de nuances mais quentes para esse cenário busca evocar a sensação de calor e reforçar a mensagem sobre as mudanças climáticas e o aumento da temperatura global. A paleta de cores, com tons de laranja, vermelho e amarelo, cria uma atmosfera de calor e urgência, destacando a importância do problema.

No caso dos pinheiros, a seleção de um tom esverdeado com matiz de amarelo queimado é uma decisão consciente que transmite a ideia de que a vegetação está sofrendo com as condições climáticas extremas. Os pinheiros, tradicionalmente verdes, agora assumem uma coloração que sugere a secura e o estresse das mudanças climáticas.

O contraste entre o branco do gelo e o seu entorno com cores mais quentes em tons de laranja e amarelo traz a ideia de um lugar poluído e destaca a importância de cuidar do planeta e de encontrar soluções para reverter os danos causados pelo aquecimento global.

A escolha de ter restos de bonecos de neve derretidos simboliza a transformação e a transição do mundo natural no cenário externo. Eles representam a mudança climática e o derretimento das geleiras e da neve devido a elevação da temperatura, algo que está ocorrendo na realidade, além de buscar contribuir para a história da animação ao ilustrar as consequências dessa problemática, reforçando a mensagem central da produção.

3.6.1 Externo

O cenário externo é uma vila de iglus composta por geleiras em derretimento, pinheiros com folhagens secas, garrafas plásticas, restos de bonecos de neves, galhos, sementes e cenouras espalhados pelo chão (figuras 34, 35, 36, 37, 38 e 39), representando os habitantes que ali moravam.

Figura 36 - Render do cenário externo em ângulo 3/4 e plano geral



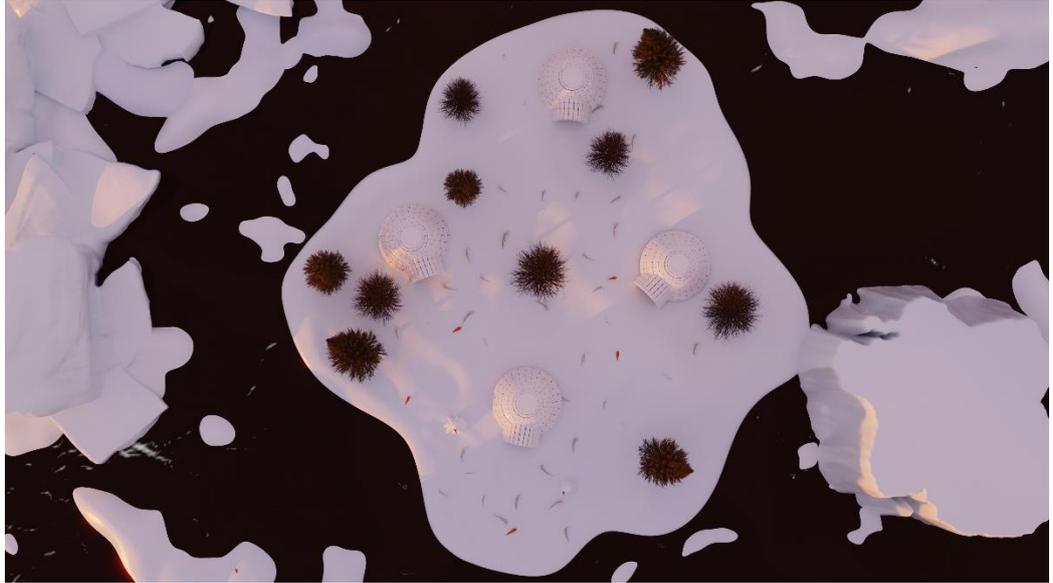
Fonte: elaborado pela autora

Figura 37 - Render do cenário externo em ângulo *plongée* e plano geral



Fonte: elaborado pela autora

Figura 38 - Render do cenário externo em ângulo *plongée* absoluto e plano geral

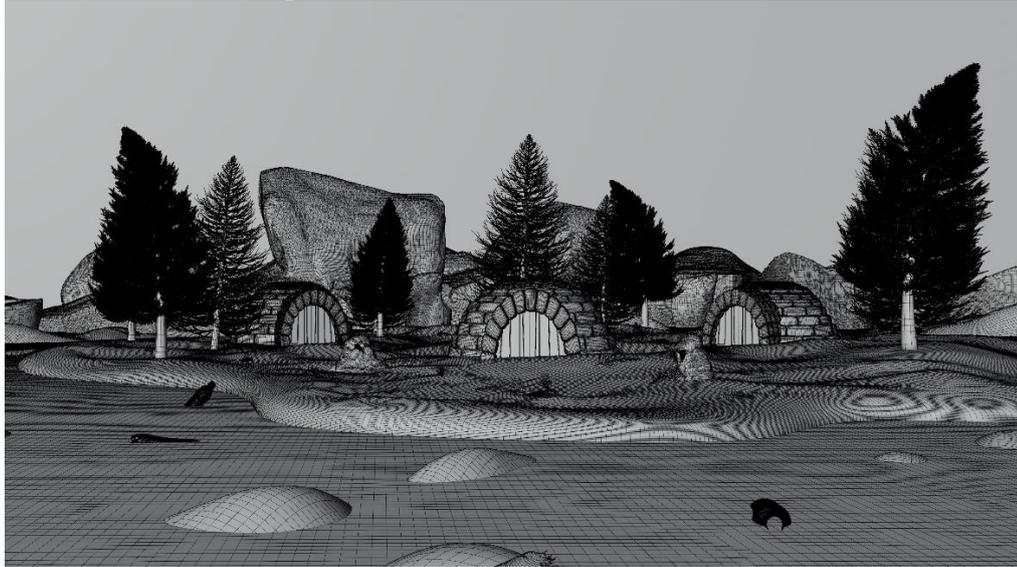


Fonte: elaborado pela autora

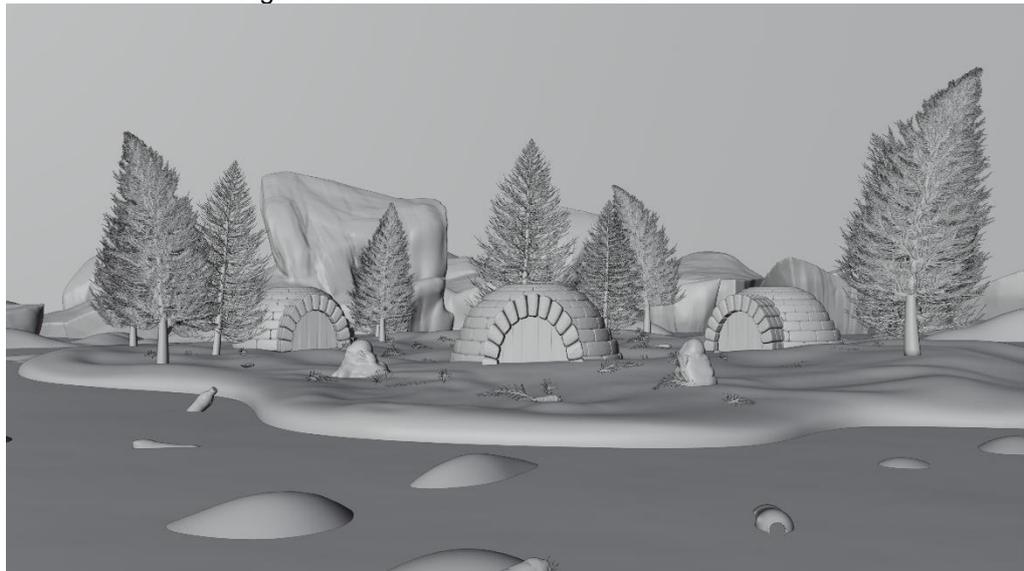
Figura 39 - Render do cenário externo em ângulo 3/4 e plano médio



Fonte: elaborado pela autora

Figura 40 – Cenário externo em *wireframe*

Fonte: elaborado pela autora

Figura 41 – Cenário externo em *solid*

Fonte: elaborado pela autora

Na modelagem das geleiras (figuras 40 e 41) foi utilizada a primitiva padrão *plane*, a ferramenta *extrude*, que duplica as faces e mantém a nova geometria ligada aos vértices originais, que nas geleiras teve a finalidade de dar espessura. Além disso, utilizou-se os modificadores *Subdivision Surface*, *Displacement* e os pincéis *Draw* e *Clay Strips* no modo *Sculpt* para trazer um aspecto irregular à malha, que foi reforçado com o seu *shader* (figura 42).

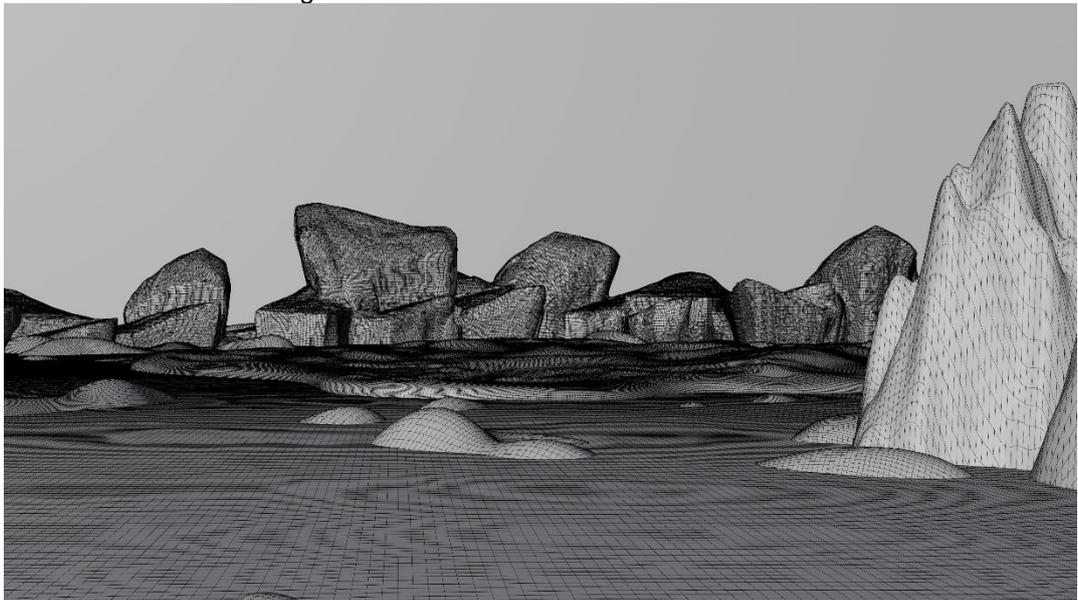
Ademais, foram colocadas duas predefinições do add-on *Landscape ANT* para complementar o cenário com formações de geleiras.

Figura 42 – Geleiras renderizadas em *Cycles*

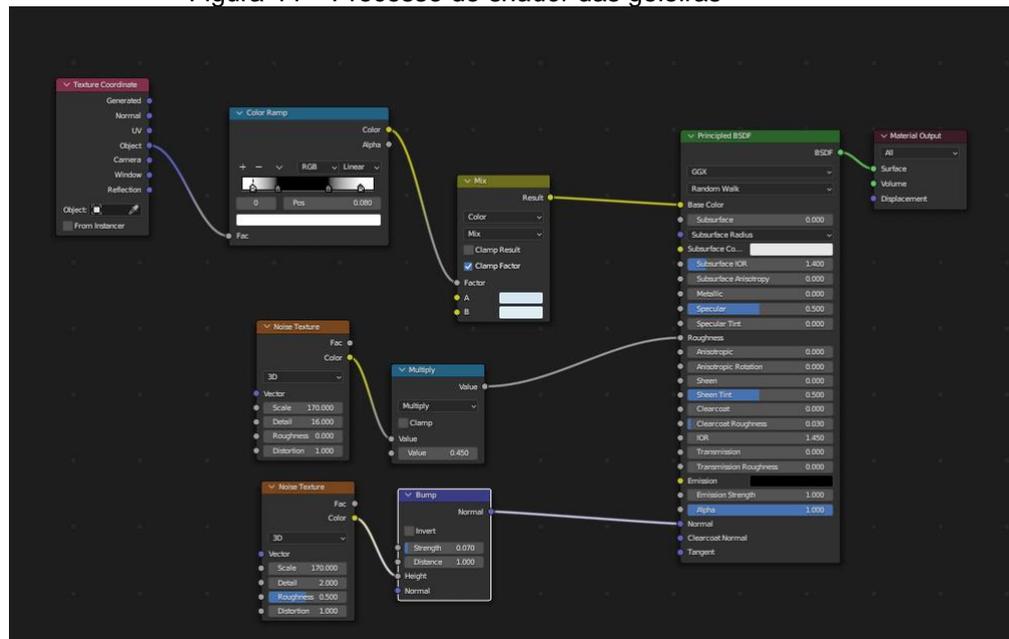


Fonte: elaborado pela autora

Figura 43 – Geleiras em *wireframe*



Fonte: elaborado pela autora

Figura 44 – Processo de *shader* das geleiras

Fonte: elaborado pela autora

No iglu foi (figuras 43, 44, 45 e 46) usado o *mesh cube* para a construção dos tijolos, os modificadores *Subdivision Surface* e *Displacement*, e também o *Array*, um modificador e que permite duplicar e dispor objetos ou componentes de uma malha em uma série de cópias em um padrão específico. Esse padrão pode ser linear, radial, ao longo de uma curva, ou em várias outras configurações. O *Array* é útil para criar padrões repetitivos de objetos.

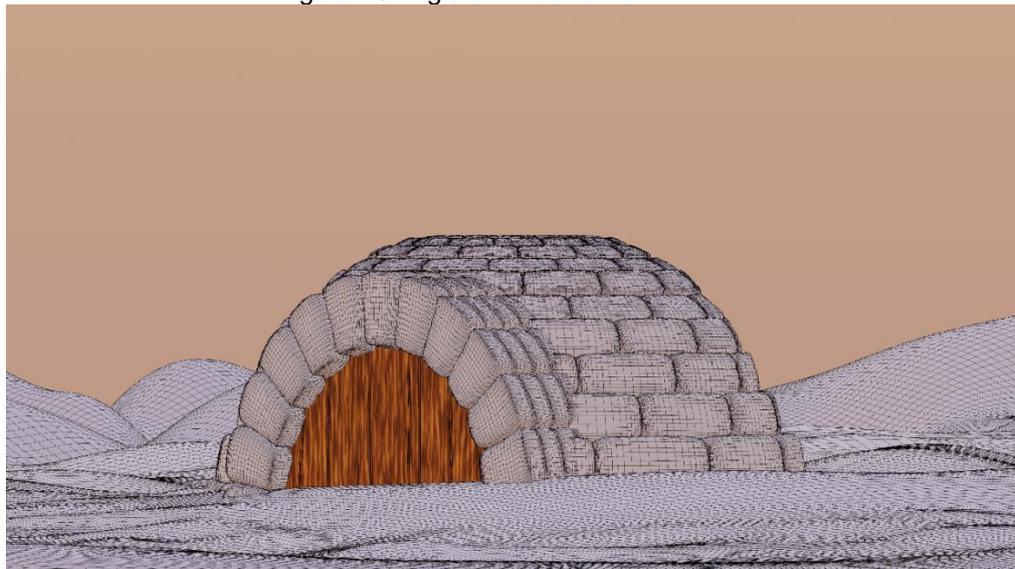
Quanto ao aspecto estético dos iglus, foi aplicada a ilusão de *Tardis* ou *Tardis Effect*, em referência à nave espacial da série *Doctor Who*, que é maior por dentro do que por fora. Além disso, a ideia do iglu parecer menor por fora, mas espaçoso por dentro, é intencional, combinando elementos da perspectiva criativa e percepção manipulada.

Figura 45 – Iglu renderizado em *Cycles*

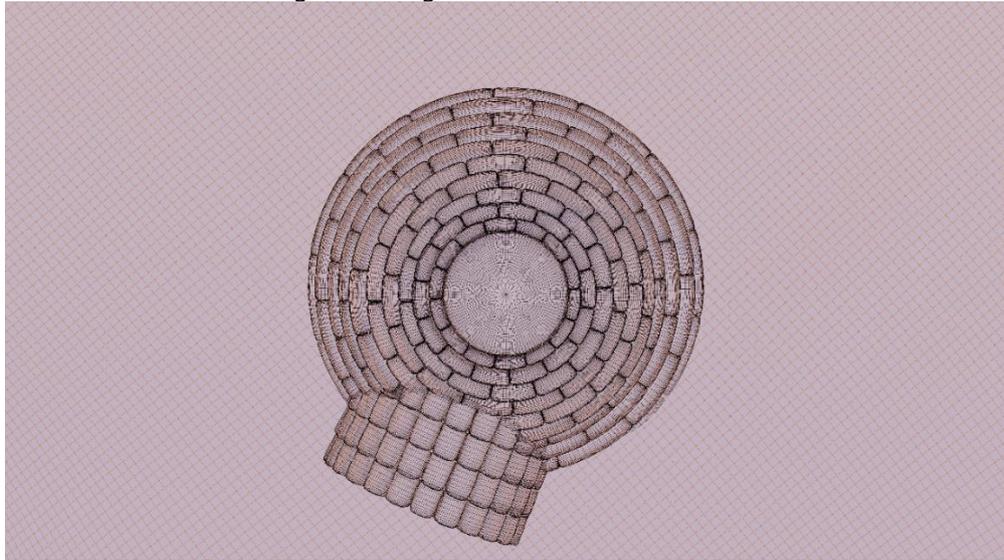


Fonte: elaborado pela autora

Figura 46 – Iglu em *wireframe*



Fonte: elaborado pela autora

Figura 47 – Iglu em *wireframe*

Fonte: elaborado pela autora

Figura 48 – Iglu em *wireframe* com zoom

Fonte: elaborado pela autora

O modificador *Ocean* foi a ferramenta escolhida para gerar a superfície oceânica realista e animada (figuras 47 e 48). Esse modificador gera uma malha de superfície dinâmica que simula a aparência de um corpo d'água em movimento. Essa superfície é baseada em equações matemáticas, é configurável nos parâmetros que definem realismo e detalhes, tais quais: tamanho, direção e forma das ondas, intensidades dos ventos, simulação de ondas que se propagam.

O *Ocean* foi aplicado a um *plane* e nos parâmetros resolução e render em 24 para trazer mais detalhes, o tamanho do oceano foi aumentado somente no eixo Y,

em *waves* foi alterado o parâmetro de escala para um número menor, resultando em ondas menores e mais calmas (figura 49), e com a caixa *Foam* selecionada foi adicionada a simulação de espumas (figura 50). A animação das águas foi feita no parâmetro *time* com a inserção de quadros-chaves. Os processos do *shader* estão apresentados na figura 51.

Figura 49 – Oceano renderizado em *Cycles*



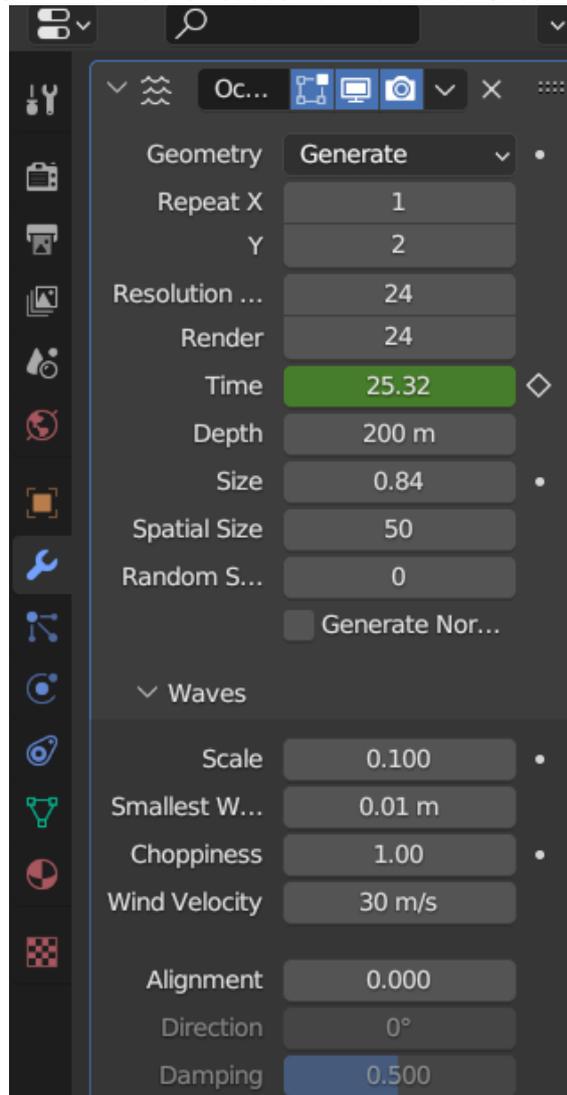
Fonte: elaborado pela autora

Figura 50 – Oceano em *wireframe*



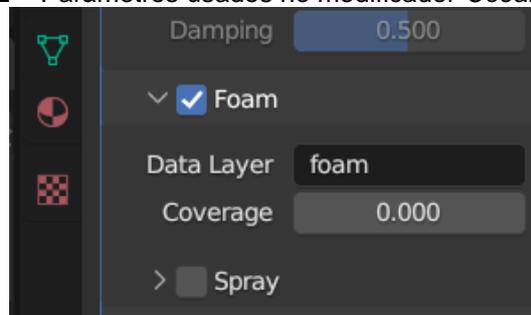
Fonte: elaborado pela autora

Figura 51 – Parâmetros usados no modificador *Ocean*



Fonte: elaborado pela autora

Figura 52 – Parâmetros usados no modificador *Ocean*



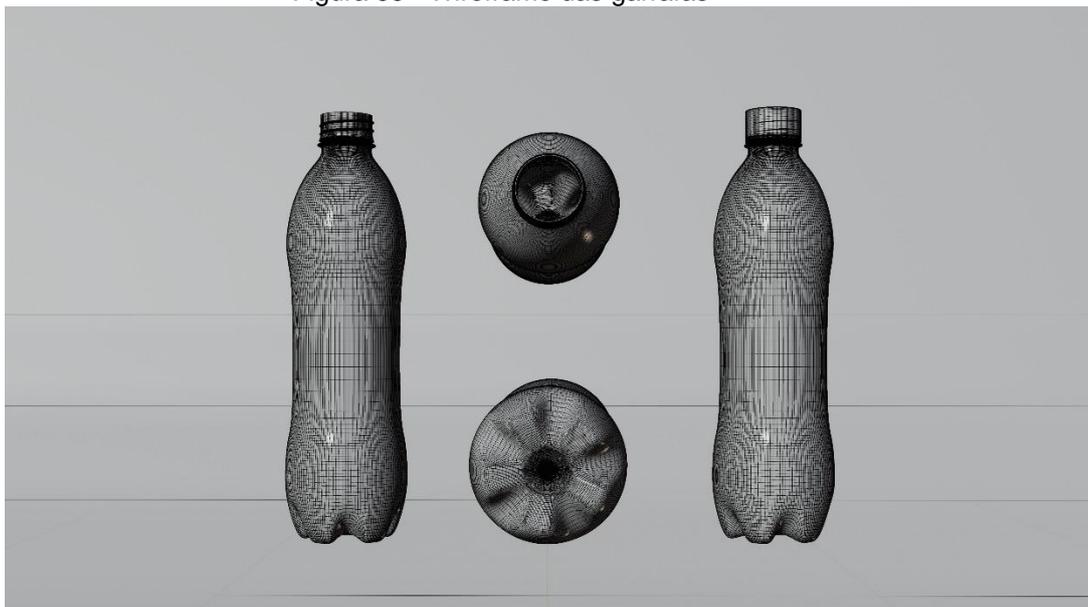
Fonte: elaborado pela autora

Figura 54 - Render das garrafas



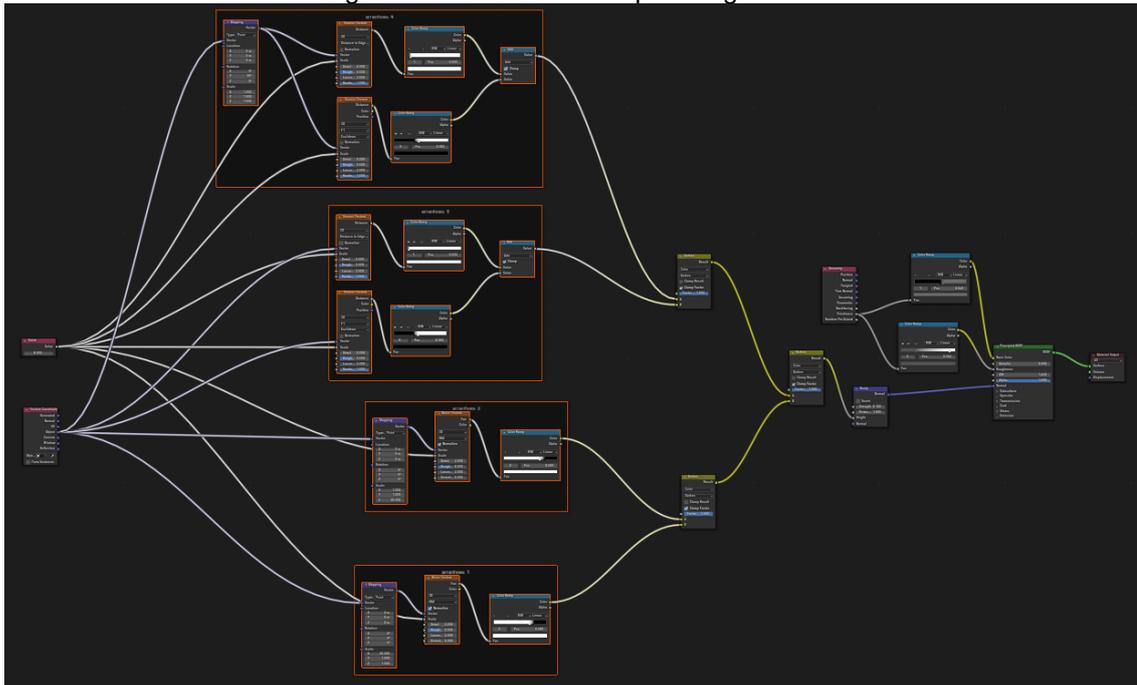
Fonte: elaborado pela autora

Figura 55 - Wireframe das garrafas

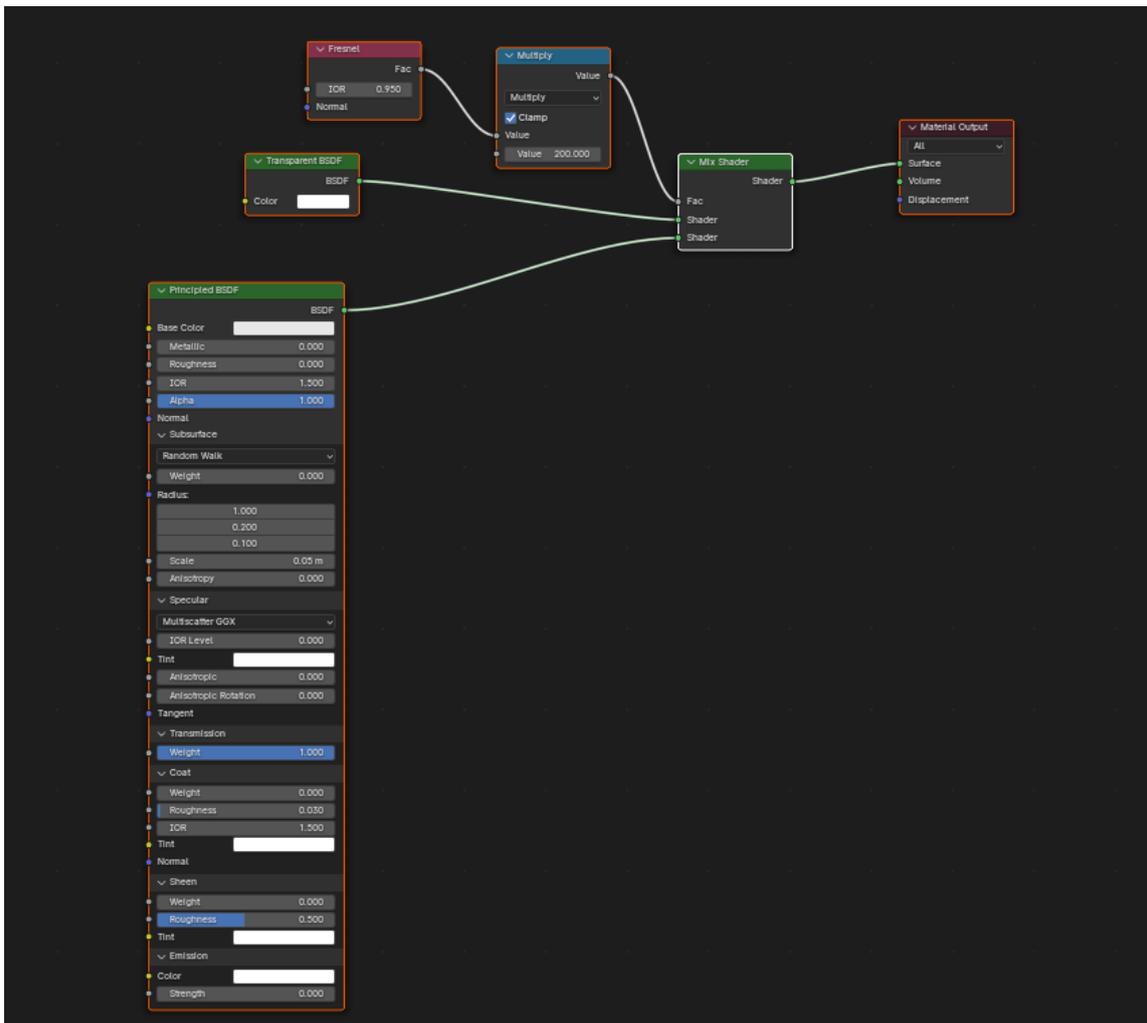


Fonte: elaborado pela autora

Figura 56 - Shader da tampa das garrafas



Fonte: elaborado pela autora



Fonte: elaborado pela autora

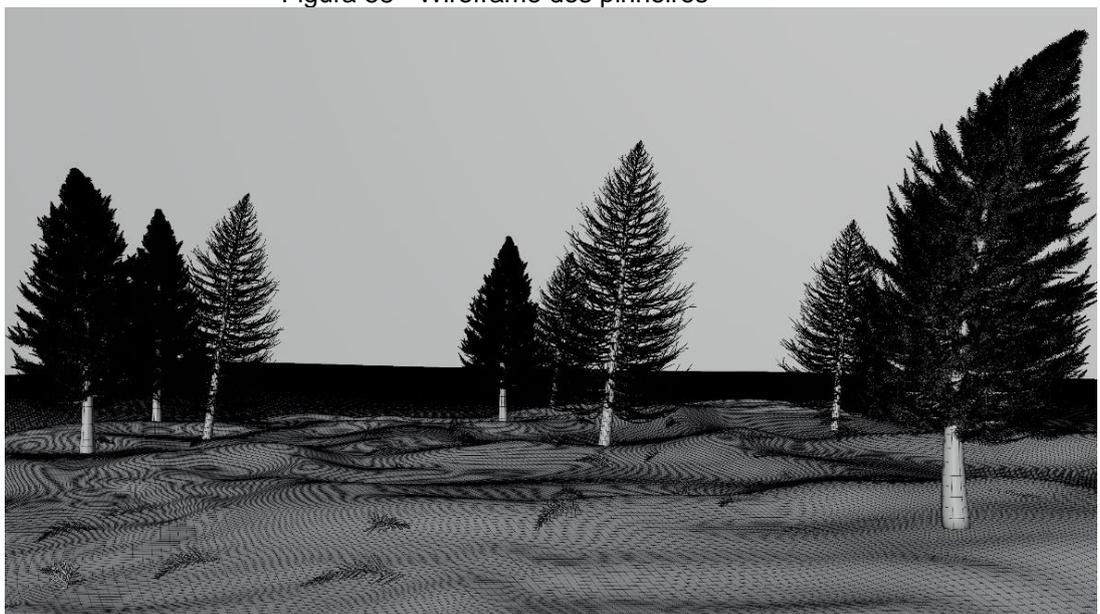
Para os pinheiros (figuras 52 e 53) optou-se por usar o *Sapling Tree Gen*, um complemento (*add-on*) para o Blender 3D que permite a criação de árvores e vegetação de forma rápida, com ajuste autônomo de parâmetros, controles de formas, estilos e tamanhos de árvores. O processo do *shader* dos pinheiros pode ser visto nas figuras 54, 55, 56 e 57.

Figura 57 – Pinheiros renderizados em *Cycles*



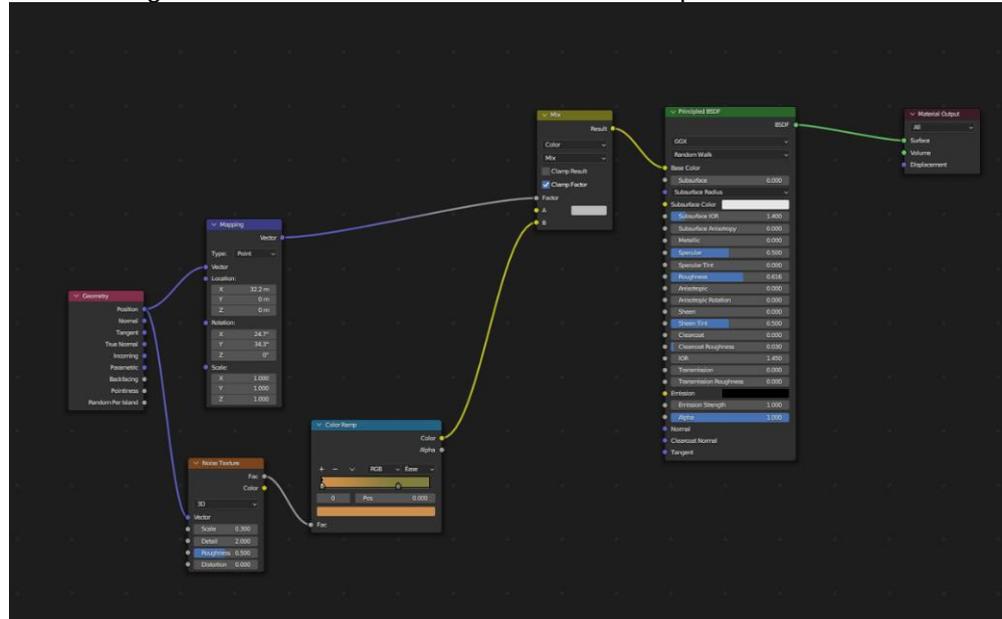
Fonte: elaborado pela autora

Figura 58 - Wireframe dos pinheiros



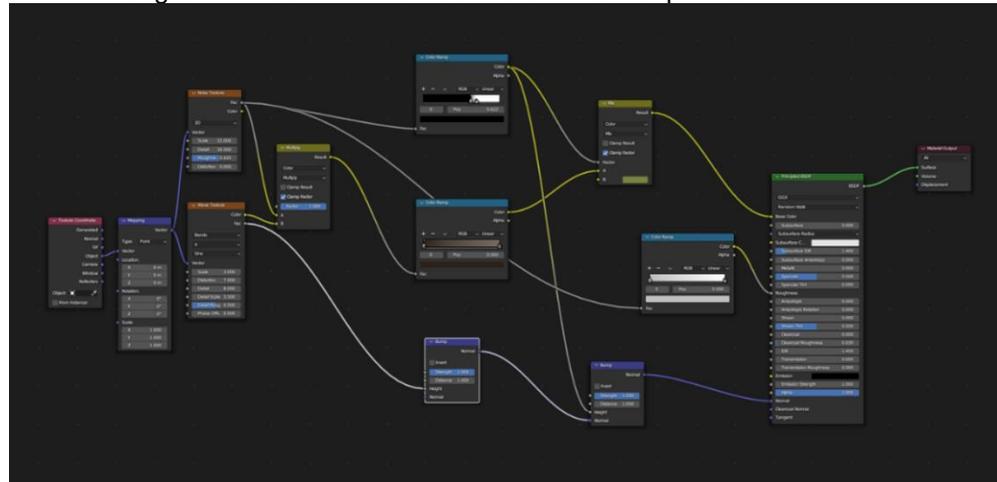
Fonte: elaborado pela autora

Figura 59 – Processo de *shader* das folhas do pinheiro



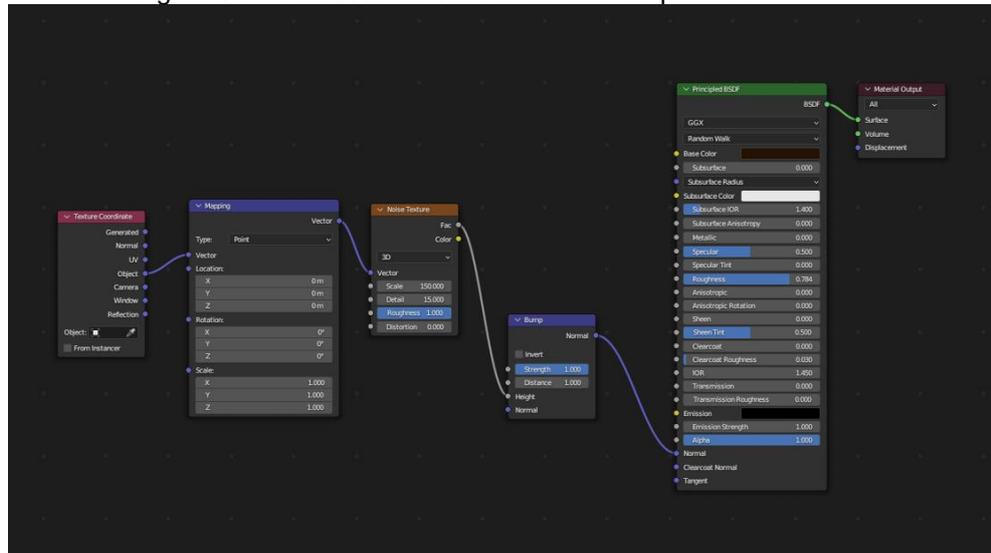
Fonte: elaborado pela autora

Figura 60 – Processo de *shader* do caule do pinheiro



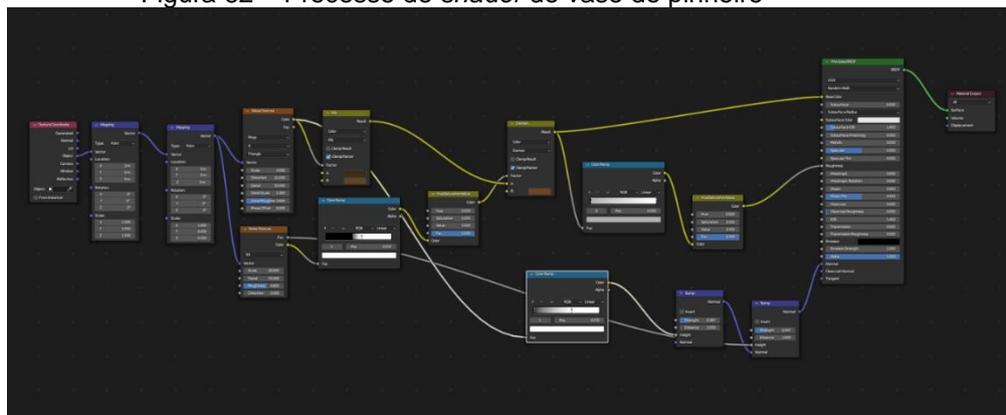
Fonte: elaborado pela autora

Figura 61 – Processo de *shader* da terra do pinheiro



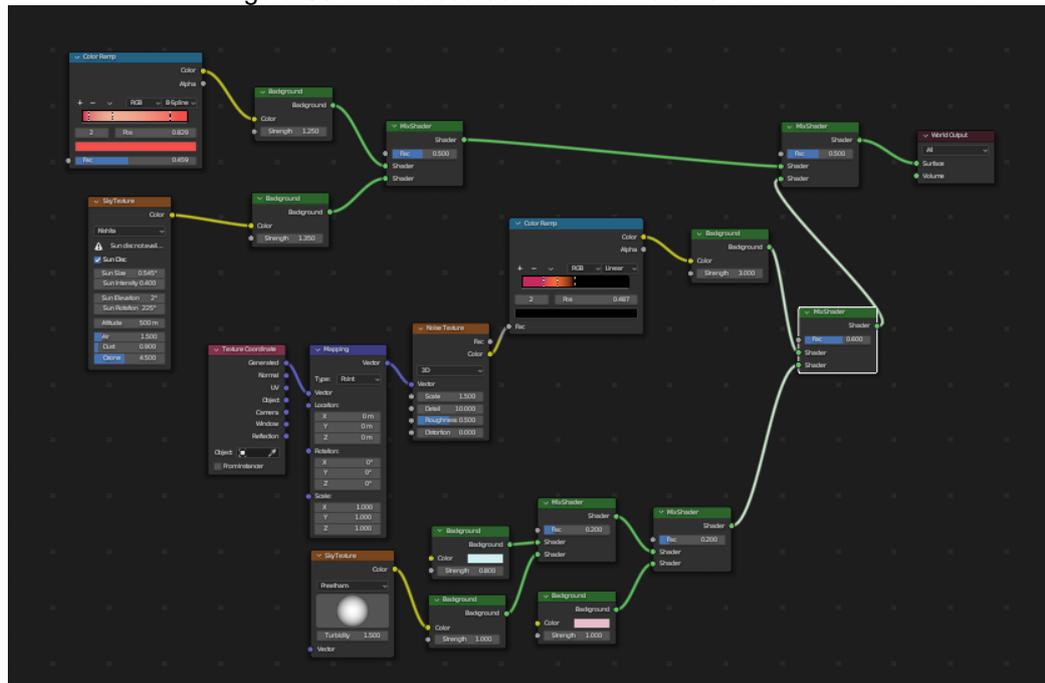
Fonte: elaborado pela autora

Figura 62 – Processo de *shader* do vaso do pinheiro



Fonte: elaborado pela autora

A ambientação é composta pela *Sky Texture*, um tipo de material que simula a aparência do céu e geralmente consiste em gradientes de cor, com características ajustáveis na intensidade da luz do céu, horas do dia, densidade de nuvens, controle do horizonte e cor do céu (figura 58).

Figura 63 – Processo de *shader* ambiente

Fonte: elaborado pela autora

Ademais, foi adicionado à cena o aspecto de névoa poluída animada. Nesse processo foi utilizado o *cube* para preenchimento de cena, posteriormente foi realizado o *shader* com os nodes de *Volume*, alterando-se os parâmetros de densidade e cor, o *Noise* para trazer o ruído, o *ColorRamp* para ajustar os ruídos, o contraste e as cores, além do *Mapping* para fazer o mapeamento de localização e rotação do “efeito”, e posteriormente animá-lo.

3.6.2 Interno

O cenário interno é o interior do iglu do personagem, composto pedaços de tronco que simulam móveis, pinheiros secos, luzes penduradas, baldes, televisão, um mapa pendurado, fotografia com os entes da família que se foram, objetos desses familiares e jornais (figuras 59, 60, 61 e 62).

Na estrutura endógena do iglu optou-se pela própria estrutura do iglu. No piso foi utilizado a malha *circle* com um pouco extrusão, *grid fill* em cada face para preenchê-las, alguns *loops cut* na face vertical e, por fim, o modificador *Subdivision Surface*.

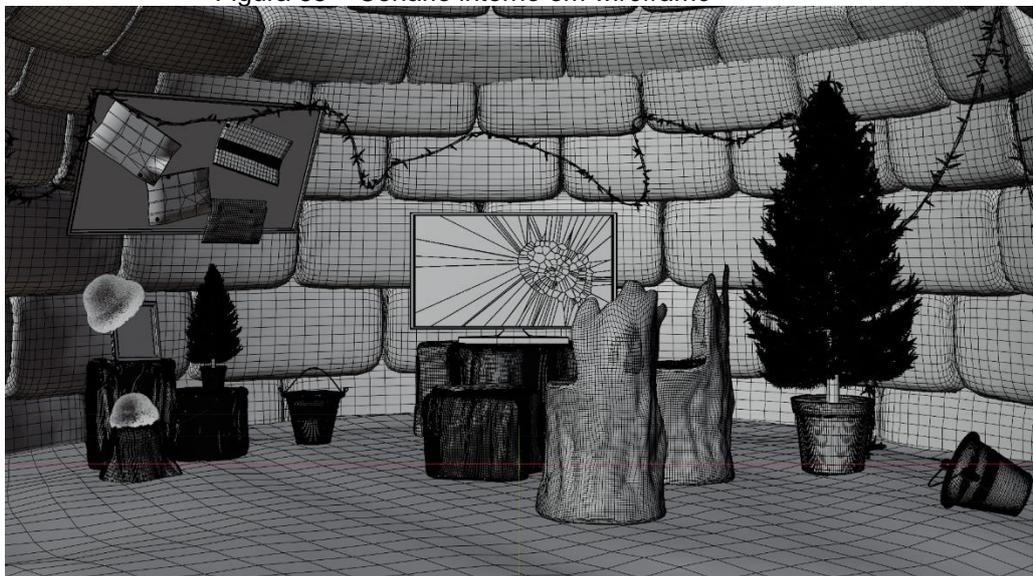
No modo *Sculpt* foi feita a textura e variações de padrão dessa superfície com os pincéis *Draw*, *Clay Strips* e *Blob* que respectivamente: move os vértices para dentro e para fora, constrói e remove volumes e traz aspectos de bolhas.

Figura 64 - Cenário interno em ângulo 3/4 e plano geral



Fonte: elaborado pela autora

Figura 65 – Cenário interno em *wireframe*



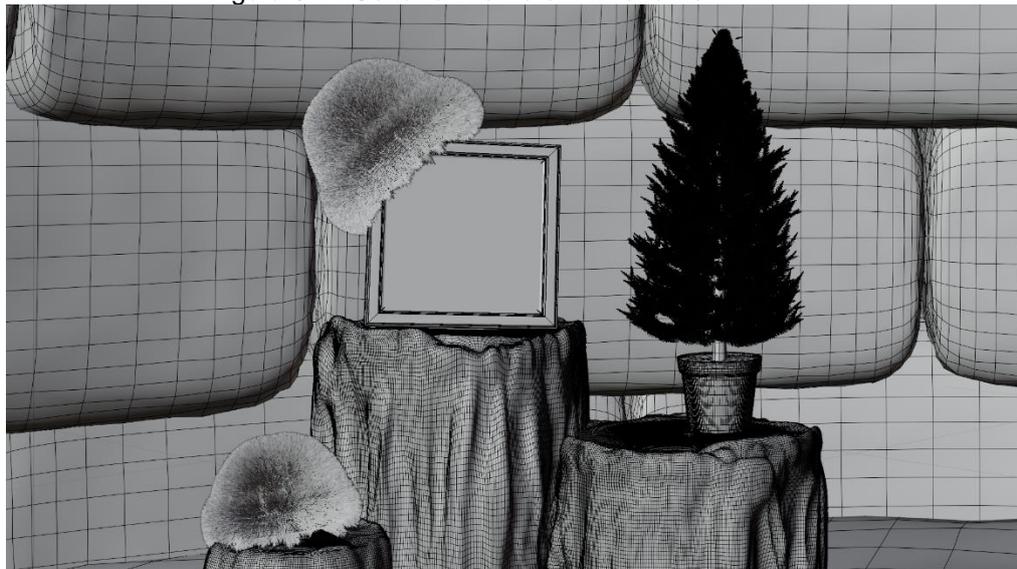
Fonte: elaborado pela autora

Figura 66 – Cenário interno em plano detalhe



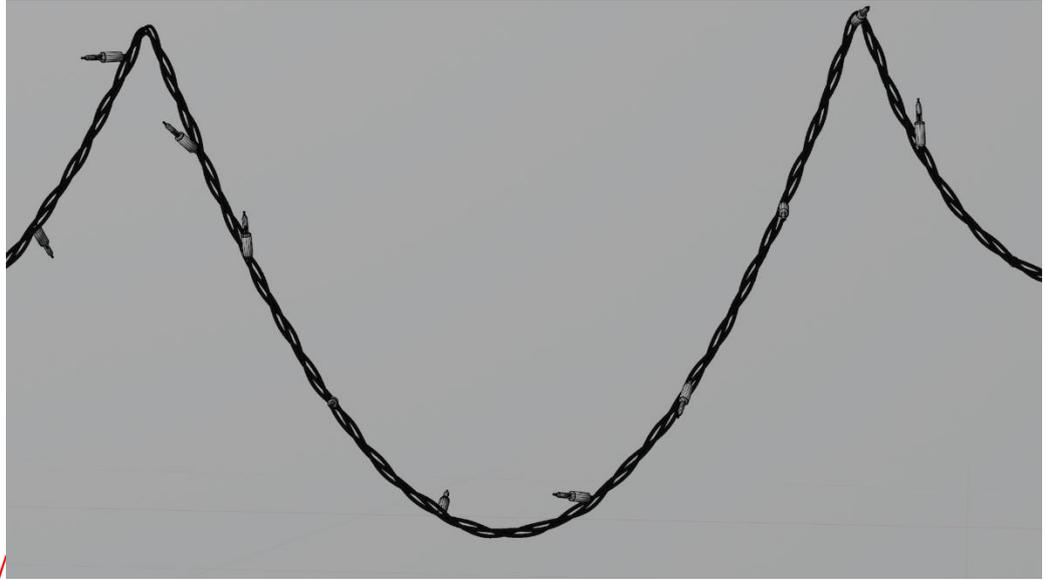
Fonte: elaborado pela autora

Figura 67 – Cenário interno em *wireframe*



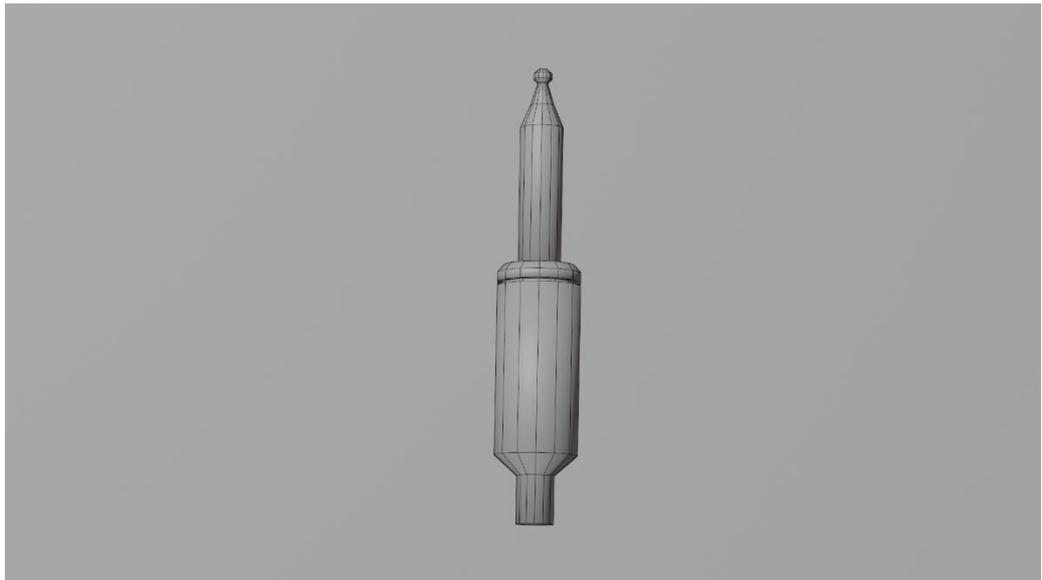
Fonte: elaborado pela autora

As luzes no cenário (figuras 63 e 64) trazem alguns significados: as verdes simbolizam a esperança e a renovação da natureza, pois apesar dos desafios ainda há tempo para agir e combater as mudanças climáticas. As luzes avermelhadas trazem a ideia de calor e aquecimento e fazem conexão com o mapa-múndi, com os jornais espalhados e com os objetos dos bonecos que se foram. Os *shaders* para simular as luzes podem ser visualizados nas figuras 65 e 66.

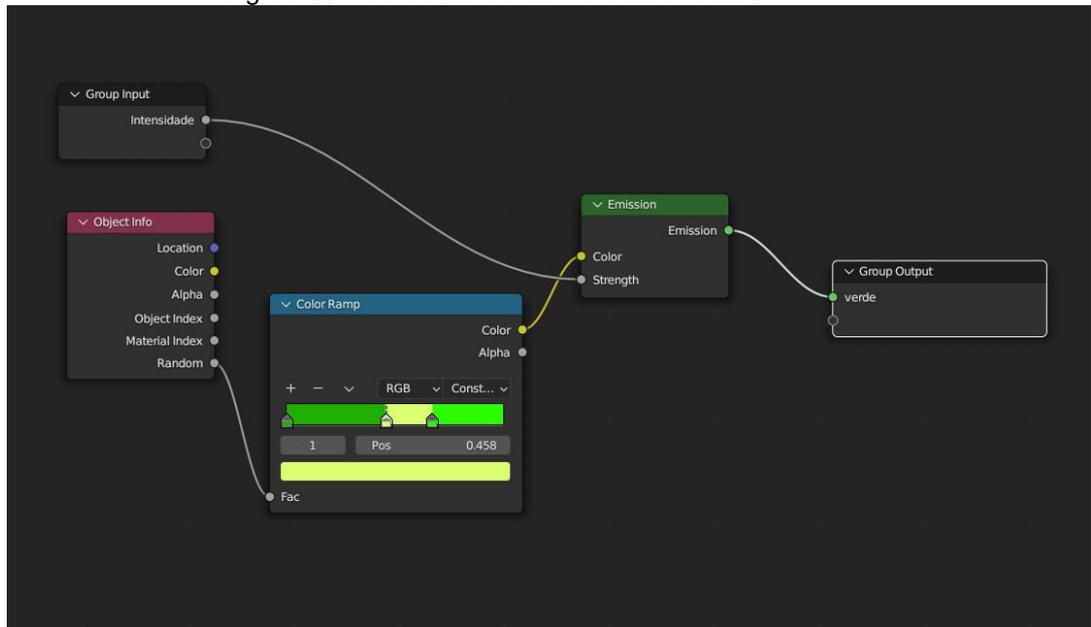


Fonte: elaborado pela autora

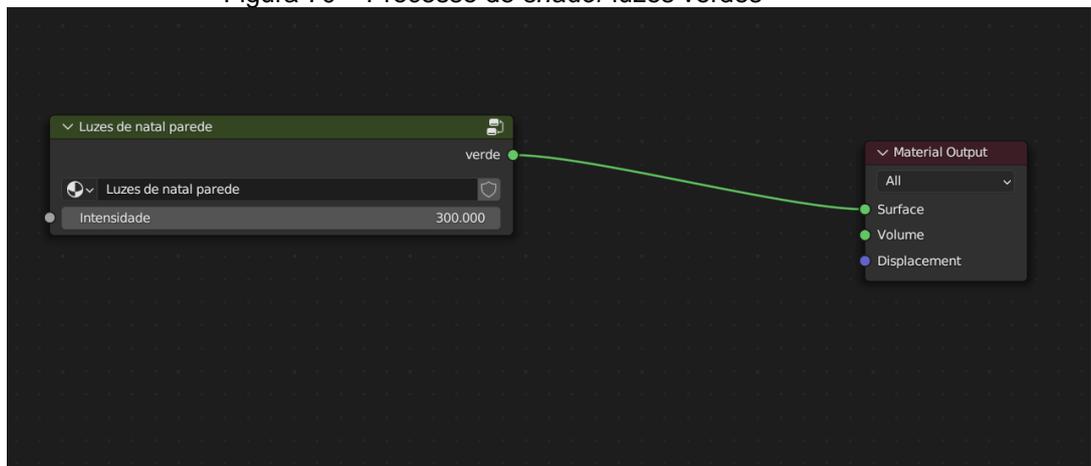
Figura 68 – Luz em *wireframe*



Fonte: elaborado pela autora

Figura 69 – Processo de *shader* luzes verdes

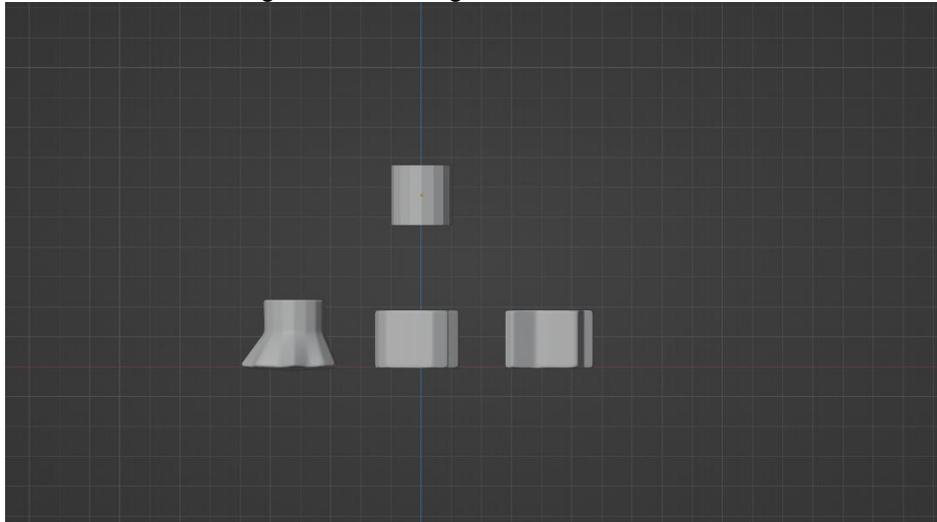
Fonte: elaborado pela autora

Figura 70 – Processo de *shader* luzes verdes

Fonte: elaborado pela autora

Para a mobília que compõem a sala optou-se por usar troncos de árvores como referência, pois eles representam a relação dos bonecos de neve com o meio ambiente circundante, além de representar uma escolha sustentável e ecológica, pois são materiais reciclados. O *cylinder*, o modificador *Subdivision Surface* e pincéis do *sculpt* citados no tópico anterior, possibilitaram a flexibilidade criativa dos troncos, nas imperfeições, texturas e características naturais, conforme demonstrados nas figuras 67, 68, 69, 70 e 71. O *shader* criado para simular as características de madeira se encontra na figura 72.

Figura 71 – Blocagem troncos



Fonte: elaborado pela autora

Figura 72 – Troncos em *wireframe*

Fonte: elaborado pela autora

Figura 73 – Troncos em *wireframe*

Fonte: elaborado pela autora

Figura 74 – Troncos renderizados em *Cycles* com iluminação HDRI

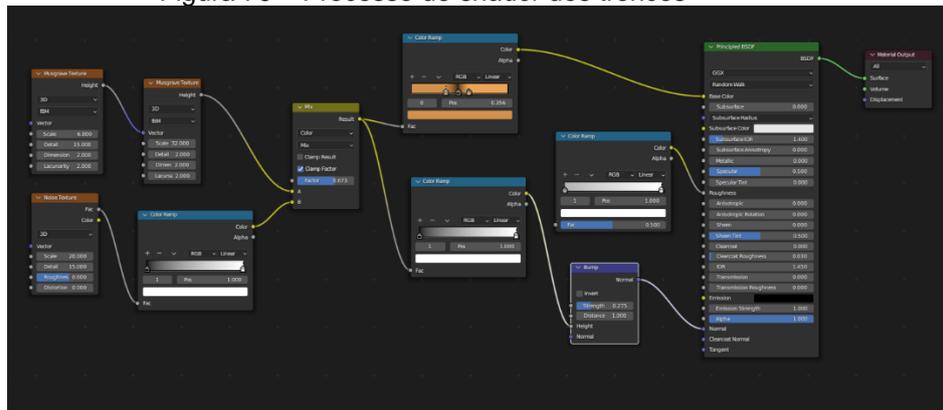
Fonte: elaborado pela autora

Figura 75 – Troncos renderizados em *Cycles* com iluminação HDRI



Fonte: elaborado pela autora

Figura 76 – Processo de *shader* dos troncos

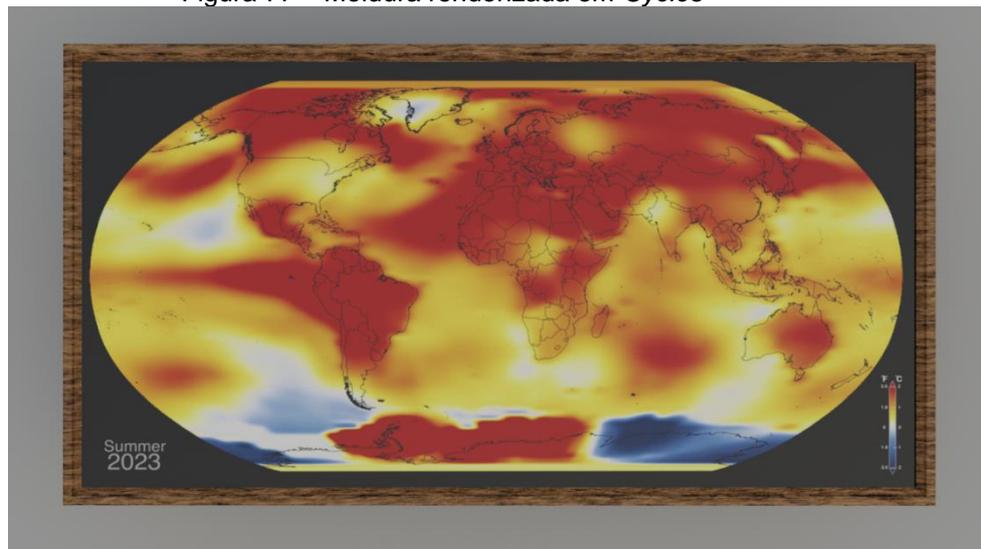


Fonte: elaborado pela autora

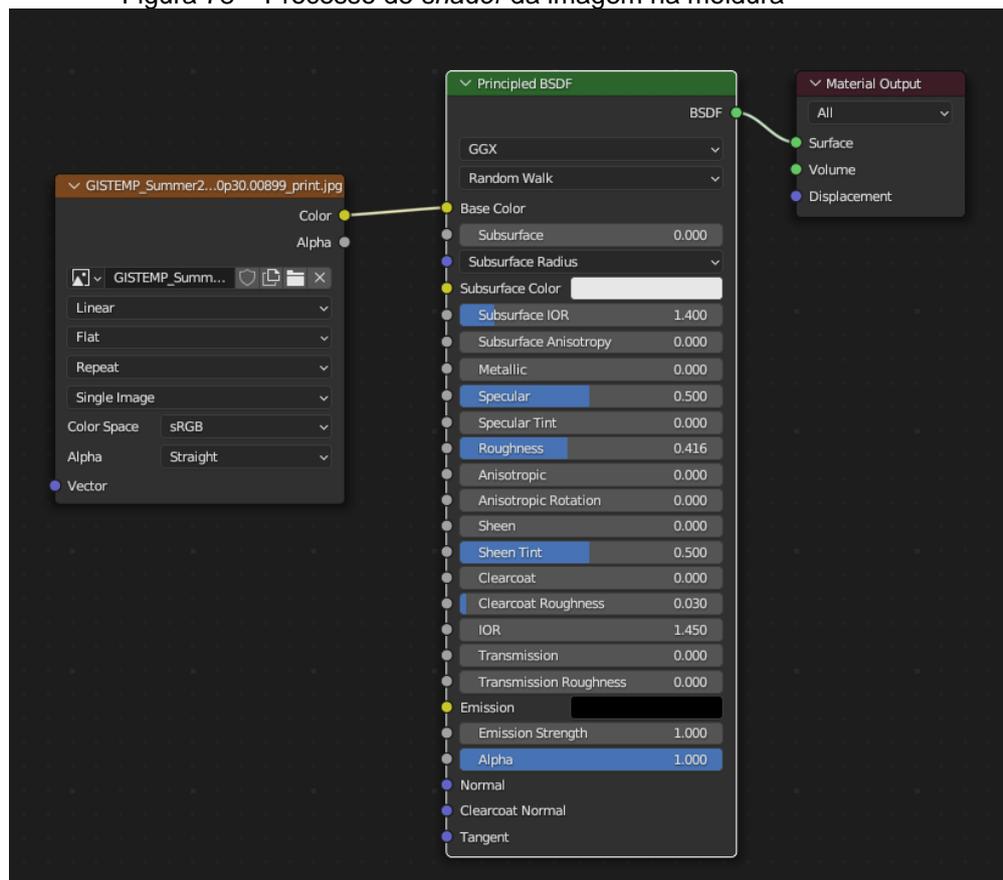
No porta-retrato e moldura do mapa-múndi, usou-se a mesma malha para modelagem, o *plane* associado ao modificador *Bevel* para chanfrar as bordas. O processo de *shader* desses objetivos é o mesmo dos troncos, com ressalva nas alterações para mais no parâmetro de força do *node Bump*.

Na moldura do mapa, foi utilizada uma imagem do banco de imagem da NASA (figura 73), que mostra anomalias mensais de temperatura medidas de 1880 a agosto de 2023, para reforçar o problema climático supracitado. O *shader* criado para essa moldura pode ser visualizado na figura 74.

Figura 77 – Moldura renderizada em Cycles



Fonte: elaborado pela autora

Figura 78 – Processo de *shader* da imagem na moldura

Fonte: elaborado pela autora

O balde além de refletir a vulnerabilidade do boneco de neve, metaforicamente simboliza o poder das ações individuais na luta contra o aquecimento

global e um lembrete de que mesmo diante de muitos desafios essas ações podem fazer a diferença.

Para a base do balde foi utilizado o *cylinder*, as ferramentas extrude, os modificadores *Solidify* e *Subdivision Surface* (figuras 75 e 76). Para as alças foi escolhido a curve *Bezier* e para os encaixes que sustentam essas alças foi usado o *plane*, os modificadores *Solidify* para dar espessura, e o *Shinkwrap*, uma ferramenta que permite ajustar a posição de um objeto, geralmente uma malha, para que ele se ajuste ou encaixe em outra superfície de destino. Com o *shader*, buscou-se simular uma superfície metálica (figura 77).

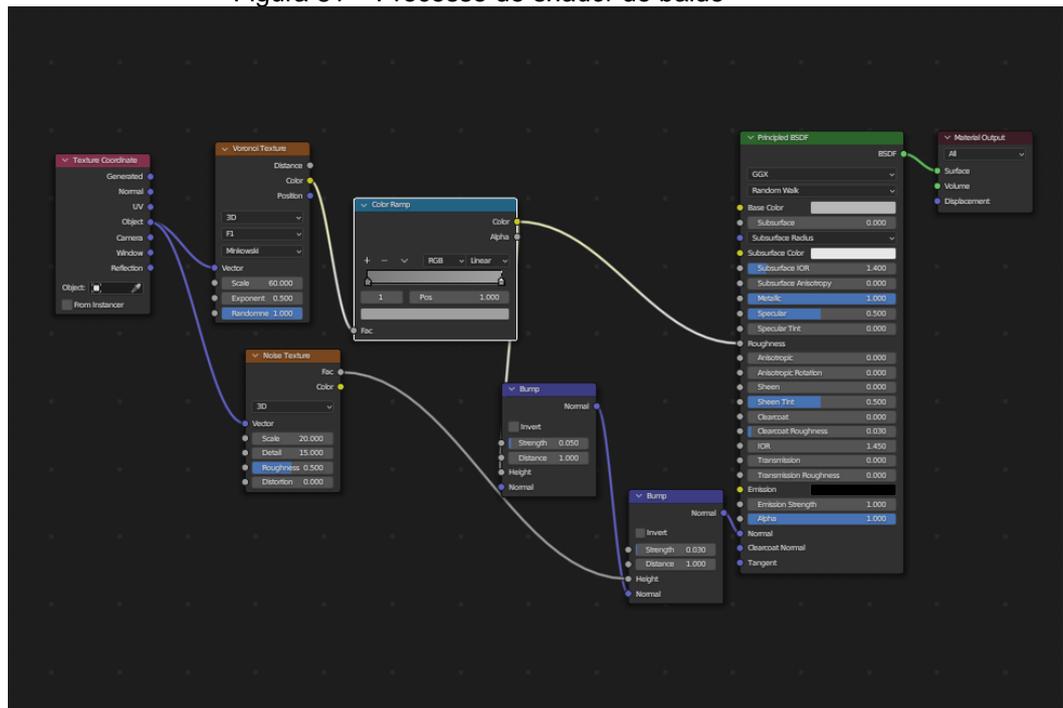
Figura 79 – Balde renderizado em *Cycles*



Fonte: elaborado pela autora

Figura 80 – Balde em *wireframe*

Fonte: elaborado pela autora

Figura 81 – Processo de *shader* do balde

Fonte: elaborado pela autora

Quanto à texturização, optou-se pelas texturas procedurais nos nodes do Blender em todo o projeto, que são uma maneira de gerar texturas e padrões diretamente dentro do software, em oposição a usar imagens ou fotografias como texturas. Eles são úteis para criar texturas personalizadas, como madeira, mármore, nuvens, entre outros, sem depender de recursos externos. Além disso, elas oferecem

flexibilidade, permitindo que se altere facilmente o aspecto das texturas sempre que necessário.

A televisão é o elemento que faz ligação direta com o personagem, pois ela é a janela para o mundo exterior. O boneco de neve testemunha as consequências do aquecimento global através dos noticiários e ao mesmo tempo ele é um exemplo visual desses impactos. As fraturas na tela da tv simbolizam o impacto negativo dessa problemática ambiental no mundo. O processo de modelagem desse objeto foi simples, empregou-se a primitiva *cube* em toda sua construção, aplicou-se o modificador *Bevel* para chanfrar as bordas e, por fim, o *Subdivision Surface*.

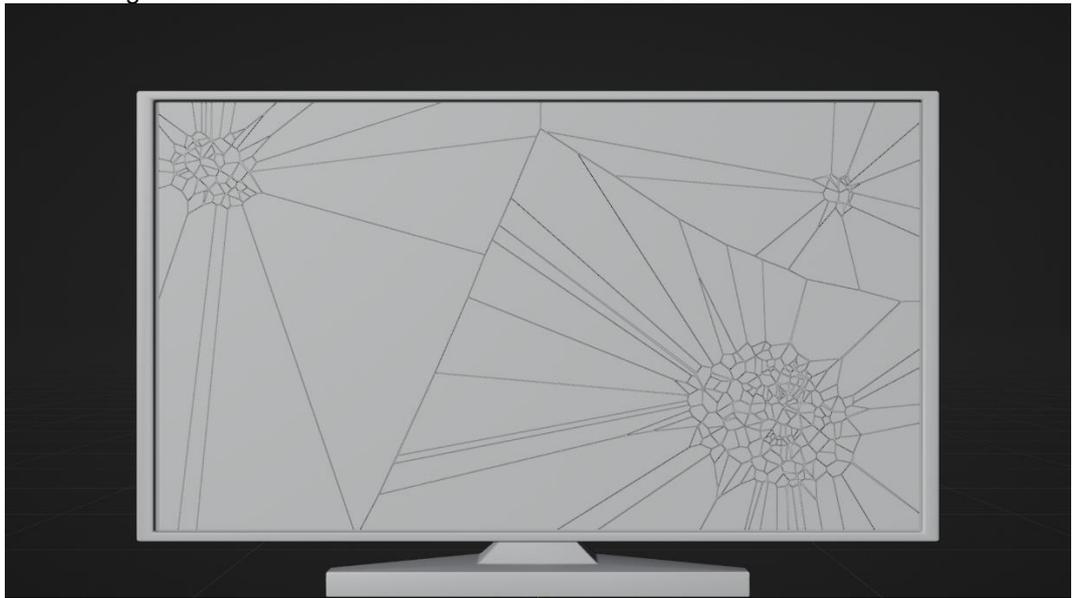
Para a tela (figuras 78, 79 e 80) utilizou-se o *plane*, antes do processo de fratura foram feitos alguns rabiscos com a caneta de anotações para delimitar as áreas de mais fragmentos, por fim, foi aplicado o *Cell Fracture* à malha, que como o próprio nome sugere é um *add-on* que promove a quebra de um objeto.

Figura 82 – Televisão em *wireframe*



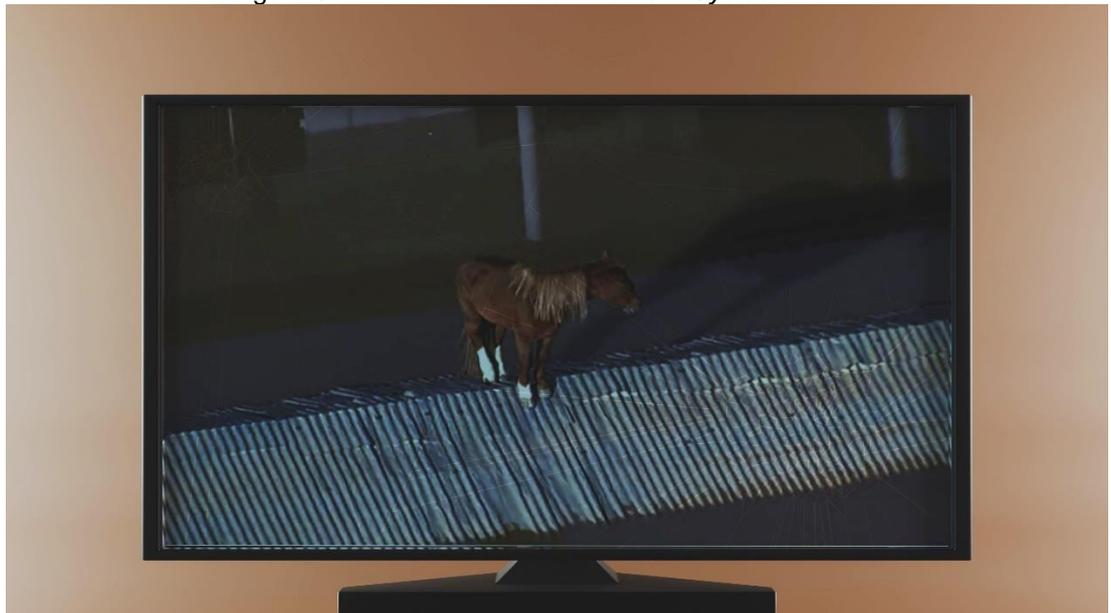
Fonte: elaborado pela autora

Figura 83– Televisão em *solid* com *add-on Cell Fracture* na tela

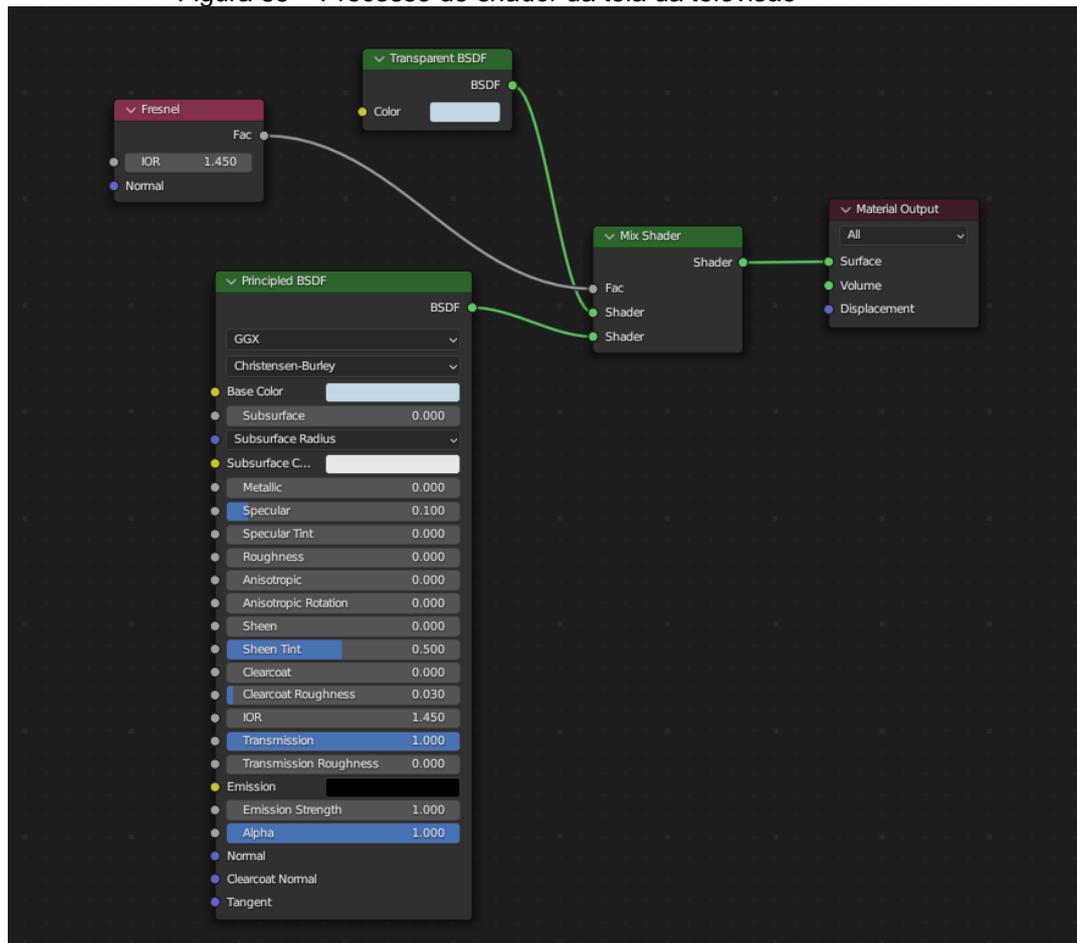


Fonte: elaborado pela autora

Figura 84 – Televisão renderizada em *Cycles*



Fonte: elaborado pela autora

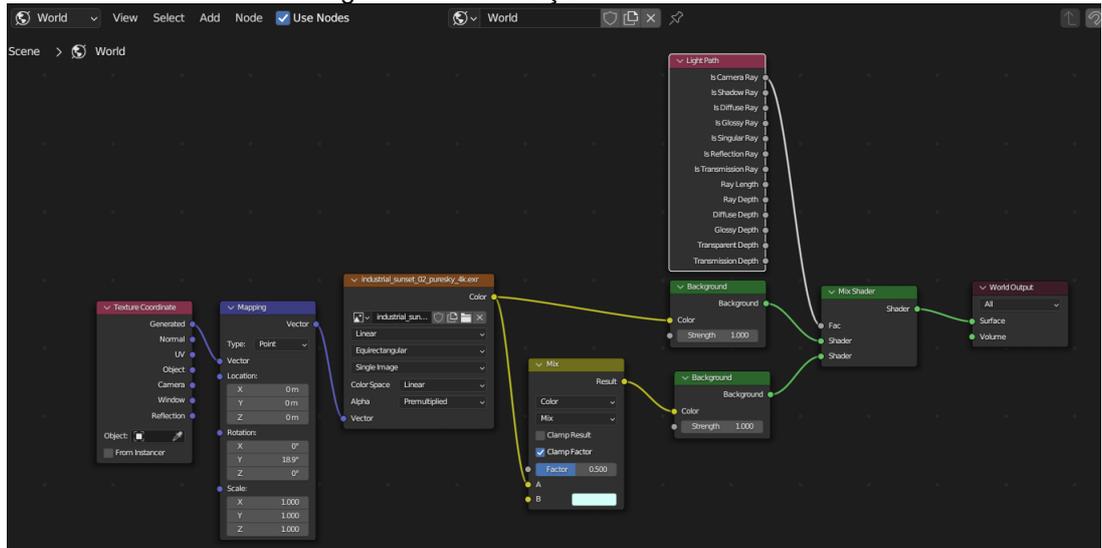
Figura 85 – Processo de *shader* da tela da televisão

Fonte: elaborado pela autora

3.7 ILUMINAÇÃO E RENDER

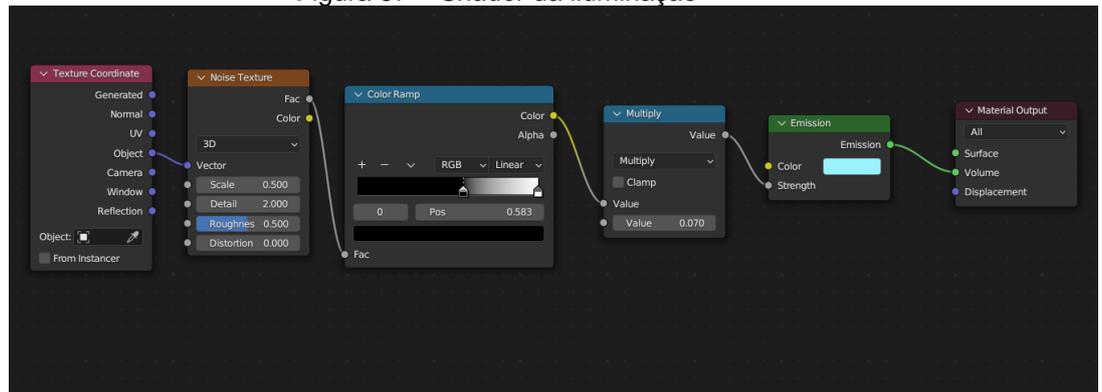
A iluminação interna foi realizada em duas etapas: a primeira no ambiente *world* (figura 82), utilizando uma imagem HDRI (*High Dynamic Range Image*) demonstrada na figura 86. Optou-se por essa configuração de iluminação global para tentar criar uma fonte de luz ambiente que simulasse a luz do mundo real, resultando em uma iluminação mais realista e reflexos nos objetos da cena. Na segunda etapa foram utilizados cubos transparentes para trazer uma iluminação volumétrica, e no *shader editor* (figura 83) foram ajustados parâmetros de volume e cor. Por fim, foram posicionadas duas lâmpadas de ponto dentro dos cubos (figuras 84 e 85).

Figura 86 – Iluminação Global



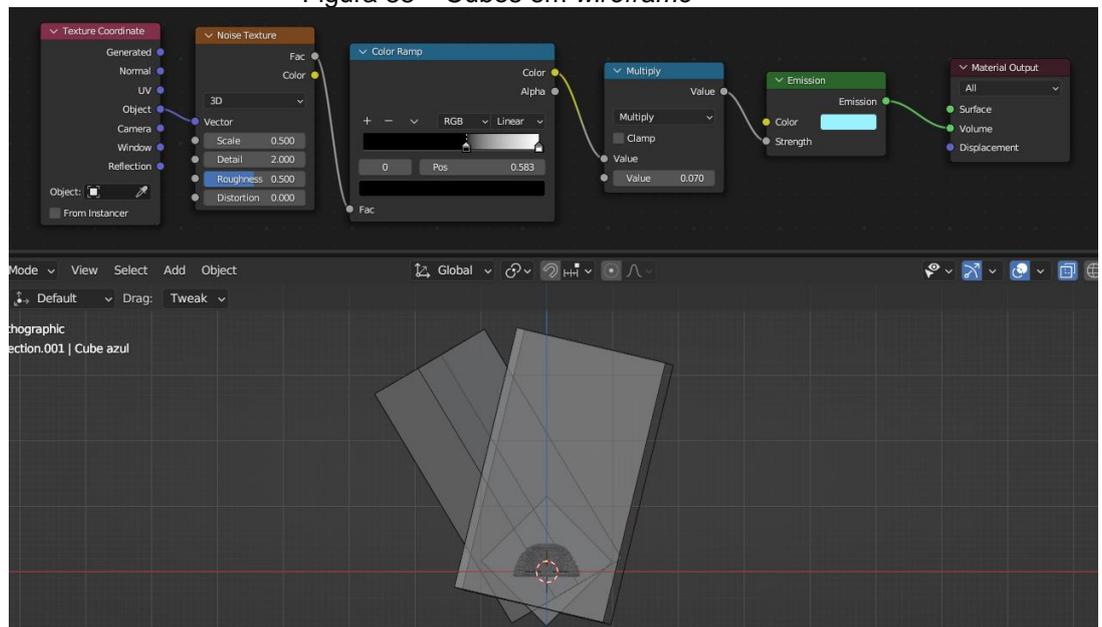
Fonte: elaborado pela autora

Figura 87 – Shader da iluminação



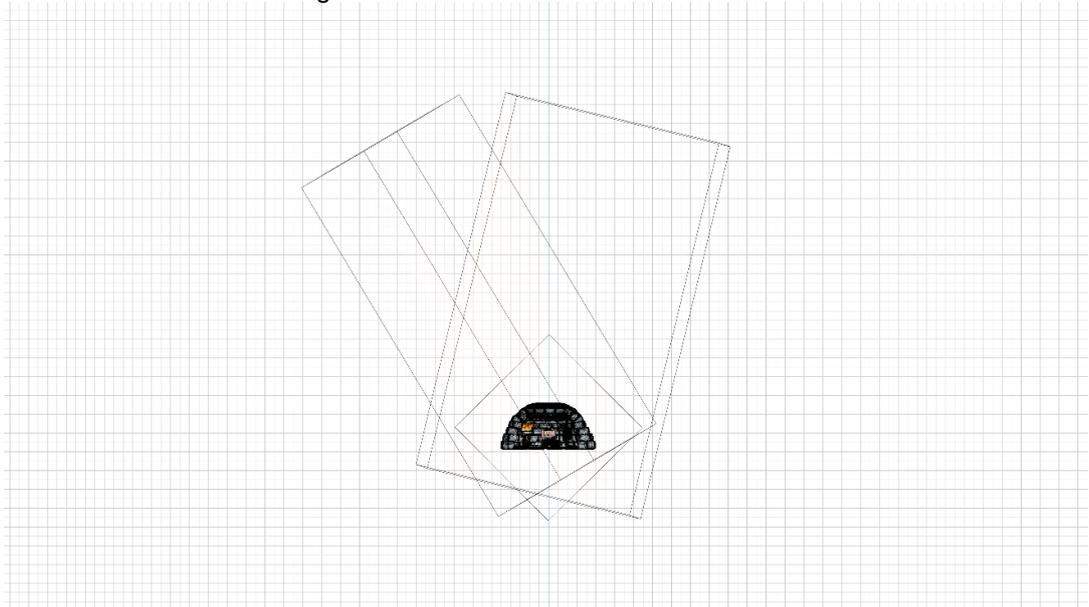
Fonte: elaborado pela autora

Figura 88 – Cubos em wireframe



Fonte: elaborado pela autora

Figura 89 – Cubos em *wireframe*



Fonte: elaborado pela autora

Figura 90 - Mapa HDRI utilizado

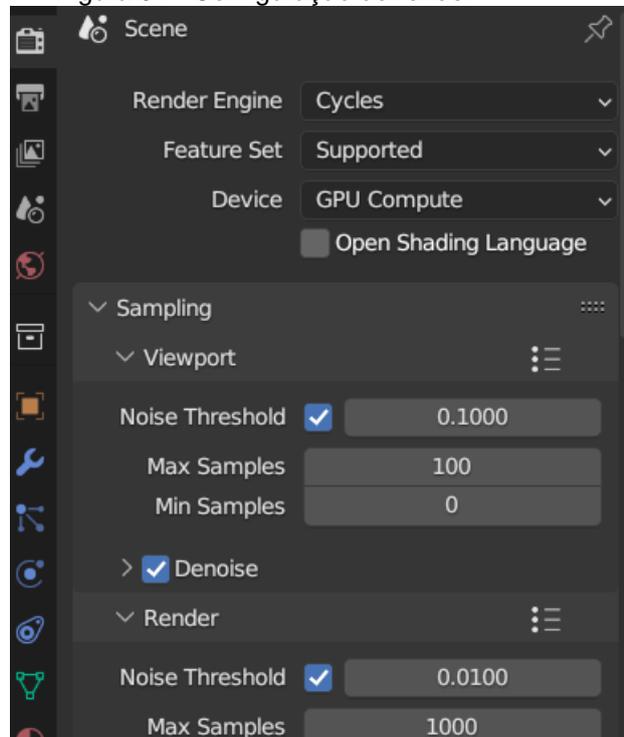


Fonte: *Poly Haven*

O processamento da imagem final é atribuição do renderizador que considera a configuração de sombras, iluminação, efeitos visuais e configurações de câmera. No projeto em questão, optou-se pelo uso do *Cycles* (figuras 87 e 88), ferramenta de renderização integrada ao Blender. O *Cycles* oferece resultados de alta qualidade e precisão, além de permitir mais realismo visual, pois as configurações da câmera dele se assemelham significativamente às câmeras convencionais, podendo-se ajustar

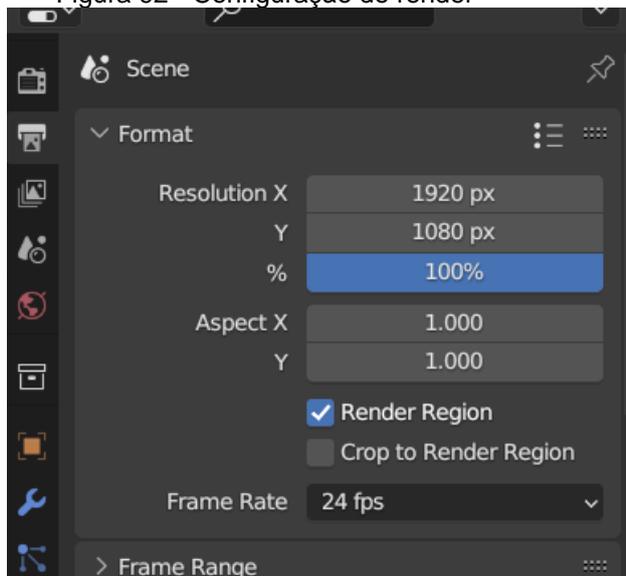
paramentos que abrangem o tipo de lente, a distância do campo de visão, a profundidade de campo.

Figura 91 - Configuração do render



Fonte: elaborado pela autora

Figura 92 - Configuração do render



Fonte: elaborado pela autora

3.8 PÓS-PRODUÇÃO

Nas pós-produção foram usados os softwares *Adobe After Effects* para adição de máscara de vinheta, filtro de foto (figuras 89, 90, 91 e 92) e composição dos créditos, e o *Adobe Premiere* para montagem do vídeo final, transições e correção de cor.

Figura 93 - Cena sem correção de cor



Fonte: elaborado pela autora

Figura 94 - Cena com correção de cor



Fonte: elaborado pela autora

Figura 95 - Cena sem correção de cor



Fonte: elaborado pela autora

Figura 96 - Cena com correção de cor



Fonte: elaborado pela autora

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou evidenciar e conscientizar acerca da problemática do aquecimento global através de modelagens 3D, que podem ser usadas em peças audiovisuais. Temáticas ambientais desempenham um papel significativo na sociedade contemporânea e é essencial externá-las de forma persistente para que os indivíduos se tornem seres humanos críticos e reflexivos, capazes de compreender sua realidade. Dessa forma, produções de cunho sustentável contribuem para uma compreensão crítica pró-ambiental do coletivo.

O objetivo foi alcançado através das modelagens 3D desenvolvidas, que podem ser integradas em um curta-metragem como Heating Ball. Adotou-se uma abordagem educativa por meio desses modelos tridimensionais. A metáfora do iglu derretendo serviu como um lembrete das ameaças que o aquecimento global representa para até mesmo os lugares mais remotos e aparentemente intocados. Além disso, ao destacar a importância das ações coletivas na preservação dos ecossistemas frágeis da Terra, a arte não apenas pode ajudar a informar, mas também pode inspirar uma reflexão profunda sobre o papel de cada indivíduo na mitigação das mudanças climáticas.

Tendo em vista que este trabalho alcançou o seu objetivo: ser base para uma animação que instiga o público a refletir e agir. As modelagens 3D de Heating Ball não se limitam a ser apenas elementos visuais, mas uma ferramenta para promover a conscientização e a mudança de atitude em relação às questões ambientais. O impacto planejado para esses modelos vai além da tela, ecoando a necessidade urgente de ações coletivas para proteger o Planeta e seus ecossistemas.

Cabe salientar que este trabalho não esgotou todas as possíveis temáticas, focando na pauta mais urgente e de maior destaque na sociedade.

Posto as recomendações e temáticas deste trabalho, far-se-á duas sugestões de trabalhos futuros: a produção de animações com as temáticas abordadas e a pesquisa de outras temáticas relacionadas à sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- A PRICE, D. **The Pixar Touch: The Making of a Company**. New York: Vintage, 2009.
- BEANE, Andy. **3D ANIMATION Essentials**. Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons, 2012.
- CABARGA, Leslie. **The Fleischer Story: The Max Fleischer Cartoon Studio in the Golden Age of Animation**. New York: Dacapo Press, 1988.
- CARLSON, W. E. **Computer Graphics and Computer Animation: A Retrospective Overview**. 2017. Disponível em: <https://ohiostate.pressbooks.pub/graphicshistory/chapter/14-3-tron/>. Acesso em: 10 maio 2021.
- CHOPINE, Ami. **3D ART ESSENTIALS The Fundamentals of 3D Modeling, Texturing, and Animation**. Burlington, MA: Focal Press, 2011.
- CRUZ, Paula Ribeiro da. **DO DESENHO ANIMADO À COMPUTAÇÃO GRÁFICA: A ESTÉTICA DA ANIMAÇÃO À LUZ DAS NOVAS TECNOLOGIAS**. 2006. 162 f. Monografia (Especialização) - Curso de Produção em Comunicação e Cultura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.
- DENIS, Sébastien. **Cinema de Animação**. Lisboa: Texto e Grafia, 2011.
- GOODMAN, Cynthia. **Digital Visions: Computers and art**. New York: Paperback, 1987.
- JINAN DU, 2021, Huiqiao Road. **Proceedings of the 2021 3rd International Conference on Literature, Art and Human Development**. Huiqiao Road: Atlantis Press Sarl, 2021. 5 p.
- KEÇEÇI, Gökçe. **Aesthetics and design in three dimensional animation process**. Procedia - Social and Behavioral Sciences. Turkey, p. 1-6. 24 ago. 2012.
- KERLOW, Isaac Victor. **The Art of 3D Computer Animation and Effects**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009.
- LACERDA, Francis; NOBRE, Paulo. **AQUECIMENTO GLOBAL: conceituação e repercussões sobre o Brasil**. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 14, 2 ago. 2010. *Revista Brasileira de Geografia Física*.
- LUCENA JUNIOR, A. **Arte da animação: técnica e estética através da história**. São Paulo: SENAC, 2002.
- MALINA, Roger F. **Digital cinema: The work of art in the age of post-mechanical reproduction**. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1557892>. Acesso em: 26 jun. 2023.
- MASCARELLO, F. **História do Cinema Mundial**. Campinas: Papirus, 2006. 429 p.

MATOS, Rivanna Maria Figueredo de. **A ética ambiental nos filmes de animação: reflexões sobre “Rio” e “Rio 2”**. Revista Livre de Cinema, v. 6, n. 1, p. 122–135, 2019. [S. L.].

NASA. **Carbon Dioxide**. Disponível em: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>. Acesso em: 07 maio 2023.

NASA. **Global Temperature**. Disponível em <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>. Acesso em: 07 maio 2023.

NASA. **Ice Sheets**. Disponível em: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/ice-sheets/>. Acesso em: 07 maio 2023.

NELMES, Jill. **Introduction to Film Studies**. London & New York: Routledge, 2012.

ONARAN, Özlem. **The crisis of capitalism in Europe**. Disponível em: <https://monthlyreview.org/author/ozlemonaran/>. Acesso em: 26 jun. 2023.

PURVES, Barry. **Stop-Motion**. São Paulo: Bookman, 2011.

PRIEBE, Ken A. **The Advanced Art of Stop-Motion Animation**. Boston: Course Technology, 2011.

ROGERS, E.M. **Diffusion of innovations**, 5th ed, N.Y: Free Press, 2003

SACHS, Ignacy. **Rumo à Ecosocioeconomia**. Teoria e Prática do Desenvolvimento. São Paulo: Cortez, 2002.

SILVA, R. W. C.; PAULA, B. L. **Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural**. Terræ Didática, Campinas, v. 5, n. 1, p. 42-49, 2009. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>. Acesso em: 16 de abril de 2023.

SOLOMON, Charles. **The art of the animated image: An Anthology**. Los Angeles: The American Film Institute, 1987.

SYMKUS, E. **Here's why the original 'King Kong' is still one of the greatest films of all time**. 2020. Disponível em: <https://www.usatoday.com/story/entertainment/movies/2020/03/15/why-original-1933-king-kong-still-best-by-far/5052762002/>. Acesso em: 16 de abril de 2023.

TAYLOR, Richard. **The Encyclopedia of Animation Techniques**. Philadelphia: Running Press Book Publishers, 1996.

THOMAS, A.; TUFANO, N. **Stop motion animation**. In: DIY MEDIA: CREATING, SHARING, AND LEARNING WITH NEW TECHNOLOGIES. New York: MIT Press, 2010. p. 161-184.

UNIDAS, Nações. **Ação contra a mudança global do clima**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/13>. Acesso em: 29 maio 2023.

WILLIAMS, R. **Manual de animação:** Manual de métodos, princípios e fórmulas para animadores clássicos, de computador, de jogos, de Stop motion e de internet. São Paulo: SENAC São Paulo, 2016. 384 p.