

# Escola Politécnica da Universidade de São Paulo



## PCS 3539 - Computação Gráfica

Simulação de Fluidos

**Kaíque Maestrini Sacchi - 9832961**

**Lucas Magalhães Cordeiro - 9833127**

Repositório no GitHub:

**<https://github.com/kaiquesacchi/boat>**

# Resumo

Neste projeto, desenvolvemos duas soluções à simulação de fluidos no Blender 2.8. A primeira utiliza sua Engine de Simulação de Fluidos, obtendo resultados mais fiéis e elaborados, por conta da simulação física, mas muito mais rígidos e de alto custo computacional. A segunda, por sua vez, utiliza artifícios da computação gráfica, como texturas dinâmicas, para simular tais cálculos. Embora seus resultados sejam mais 'sintéticos', se beneficia de workloads muito menores, possibilitando interações em tempo-real, sem necessidade de compilação do fluido.

Ambas as alternativas geraram como resultados arquivos de vídeo, renderizados no próprio Blender. Para apresentá-los de forma interativa, desenvolveu-se uma plataforma WEB, que foi, depois, convertida em um programa para Desktop Linux. Tal plataforma permite ao usuário listar e assistir os vídeos, que foram hospedados no Youtube para dispensar os arquivos locais, reduzindo o tamanho do executável resultante.

## Como Usar

O projeto pode ser utilizado das seguintes formas:

### 1. Utilizando o programa para Linux

No repositório do GitHub, na aba Releases, baixar o arquivo executável. Em seguida, basta abri-lo. A página inicial apresenta uma lista de vídeos. Ao clicar em um card, você será redirecionado a uma página com o player do Youtube e o vídeo carregado. Para voltar, basta clicar no botão flutuante verde no canto inferior direito da tela.

### 2. Hospedando um servidor Web local.

Primeiro, clone o repositório em sua máquina. Em seguida, confira se já tem o NodeJS e o NPM instalados (e os instale, se necessário). Depois, no terminal, já na pasta raiz do projeto, instalar os requisitos com 'npm install'. Ao fim do processo, basta subir o servidor com 'npm run react-start'. A plataforma já pode ser acessada pelo navegador em <http://localhost:3000>.

### 3. Diretamente pelo Blender

Caso deseje analisar e modificar os cenários, é possível acessá-los diretamente pelos arquivos blender. Eles são:

- Simulação de Fluidos com Engine: /assets/aquarium.blend
- Simulação com Texturização Dinâmica: /assets/blender\_water\_simulation.blend

# Sumário

<b>Resumo</b>	<b>1</b>
<b>Como Usar</b>	<b>1</b>
Utilizando o programa para Linux	1
Hospedando um servidor Web local.	1
Diretamente pelo Blender	1
<b>Introdução</b>	<b>4</b>
Objetivo	4
Motivação	4
<b>Metodologia de Projeto</b>	<b>5</b>
Organização	5
Simulação de Fluidos	5
Animação de Fluidos	5
Apresentação Final	5
<b>Desenvolvimento do barquinho</b>	<b>7</b>
Modelagem	7
Texturização	7
Resultado	8
<b>Engine de Simulação de Fluidos no Blender 2.8</b>	<b>9</b>
Criação do arquivo Blender	9
Montagem do Aquário	9
Adaptação do Aquário para Interagir com o Fluido	10
Montagem da Entrada de Fluido	11
Tubo da Entrada de Fluido	11
Texturização do Tubo	12
Domínio da Simulação	13
Texturização da Água	13
Texturização do Recipiente	13
Ajuste de Tempo	14
Flutuação	14
Adição do Barco	15
Ajuste da Animação	15
<b>Animação de Fluido Utilizando Dynamic Paint</b>	<b>16</b>
Conceito	16
Criação da água e inserção do barquinho com estrutura de pincel	16
Criação da areia	18
Criação da animação do farol	18

Criação da animação do barco	19
Aquário	19
Criação da bomba	20
Animação da água da bomba	21
Criação da mesa e do píer	21
Criação do solo	22
Criação de pedras e árvores	22
Criação do céu e da lua	23
Câmeras e iluminação	25
<b>Interface de Apresentação</b>	<b>29</b>
<b>Conclusões</b>	<b>31</b>
<b>Referências</b>	<b>32</b>

# Simulação de Fluidos

## Introdução

### Objetivo

Para este projeto, tomamos como objetivo explorar ao máximo o potencial de simulação de líquidos no Blender. Para tanto, traçamos como meta desenvolver um cenário com um aquário, ou seja, um recipiente, onde um pequeno barquinho pudesse interagir com a água. Além disso, nos propusemos a estudar, ainda, o efeito da iluminação dinâmica, com fonte móvel.

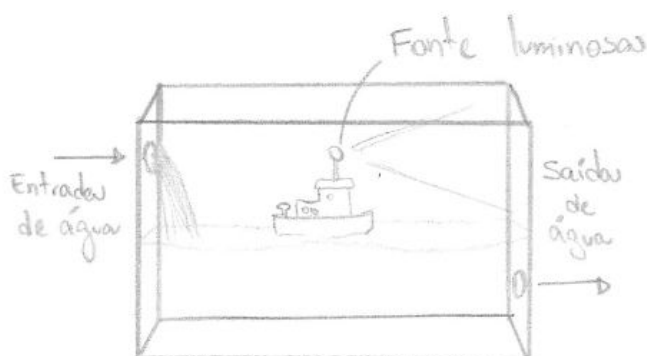
Como não possuímos experiência prévia com a simulação de fluidos, a abordagem escolhida é de explorar diversas alternativas, de modo a estudar parâmetros como qualidade do modelo, interatividade e tempo de compilação. Assim, o produto final objetivado não é apenas uma solução, mas a apresentação de diversas formas de atingir a meta proposta.

### Motivação

A ideia do projeto surgiu da vontade de explorar conteúdos que não puderam ser abordados durante as aulas da disciplina, e combiná-los com os temas vistos durante o semestre. Dessa forma, escolhemos a simulação de fluidos. Junto a ela, também quisemos realizar modelagem, iluminação e composição de cenas em animação, bem como a produção e aplicação de texturas e materiais.

O projeto ainda nos dá a oportunidade de aprofundar os conhecimentos sobre o software de modelagem 3D usado em sala, o Blender. Tal plataforma disponibiliza todas as ferramentas que precisamos, com exceção da Game Engine que nos permitiria ter mais opções de interatividade, que foi retirada na versão que utilizamos (2.8).

A seguir, imagens do planejamento inicial do projeto, provenientes da especificação prévia do projeto:



# Metodologia de Projeto

## Organização

Inicialmente, dividimos o projeto em 3 grandes partes. A primeira delas é a modelagem do barquinho, juntamente à sua texturização. A segunda e a terceira são, em realidade, duas alternativas presentes no Blender para a simulação da água, o componente de simulação de fluidos da engine e a aplicação de efeitos de interação entre materiais. Cada abordagem será melhor detalhada em seções futuras do relatório. Ambas as soluções deverão importar o barquinho modelado e, depois, poderemos analisar suas vantagens e desvantagens.

## Simulação de Fluidos

A primeira opção consiste em utilizar a engine de simulação de fluidos presente no Blender 2.8. A partir da modelagem de objetos que servem como domínio, entrada e obstáculos à água, podemos compilar um modelo que simula o líquido, texturiza-lo e adicionar a interação entre os objetos.

A grande vantagem dessa opção é a qualidade da simulação do líquido, uma vez que podemos manipular sua resolução, tempo de simulação e vê-la interagir com o cenário dado. Sua desvantagem, entretanto, é proveniente do esforço computacional necessário para gerar o modelo. Além de dever ser pré-compilado, ou seja, todas as informações devem ser fornecidas com antecedência ao compilador, o processo de compilação e renderização pode levar alguns minutos, ou até mesmo horas, dependendo da qualidade escolhida e tempo de simulação.

Tais características inviabilizam a interação em tempo real, o que remove do usuário seu potencial de interação com o modelo. A única forma de alterá-lo e modificar seus parâmetros e, depois, recompilar e renderizar novamente o modelo, processo custoso demorado. O resultado, entretanto, simula com grande qualidade as interações esperadas.

## Animação de Fluidos

A segunda opção consiste em criar uma animação de água que seja similar à simulação de fluidos, de modo a realizar interações entre a água e o barquinho em tempo real.

A vantagem dessa abordagem é a grande diminuição do poder computacional necessário para observar o fluido, permitindo que seja possível interagir com o modelo em tempo real. Além disso, a representação possui um bom grau de similaridade ao da simulação.

## Apresentação Final

No Blender 2.8, versão utilizada pelo grupo, não é possível gerar como resultado arquivos executáveis. Por tal motivo, cada simulação será renderizada, e resultará em um

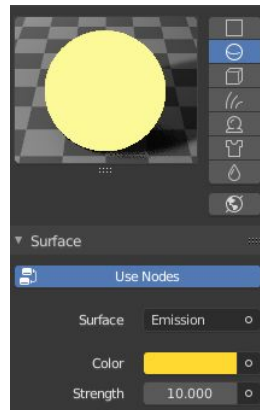
arquivo de vídeo. Como forma de proporcionar ao usuário uma forma de interagir com o projeto, decidiu-se criar uma plataforma que disponibilizará tais vídeos para acesso do usuário, permitindo a ele assisti-los e acessar breves descrições das simulações.

Para tanto, será usado o framework de desenvolvimento WEB ReactJS, em conjunto ao Electron, ferramenta que transforma serviços WEB em programas de desktop. Com isso, o resultado final será um arquivo executável, que lista e exibe os vídeos renderizados pelo Blender. Ao fim, tal executável (compatível com sistemas Linux) será disponibilizado na aba de Releases do GitHub. De lá, pode ser baixado e usado em computadores compatíveis.



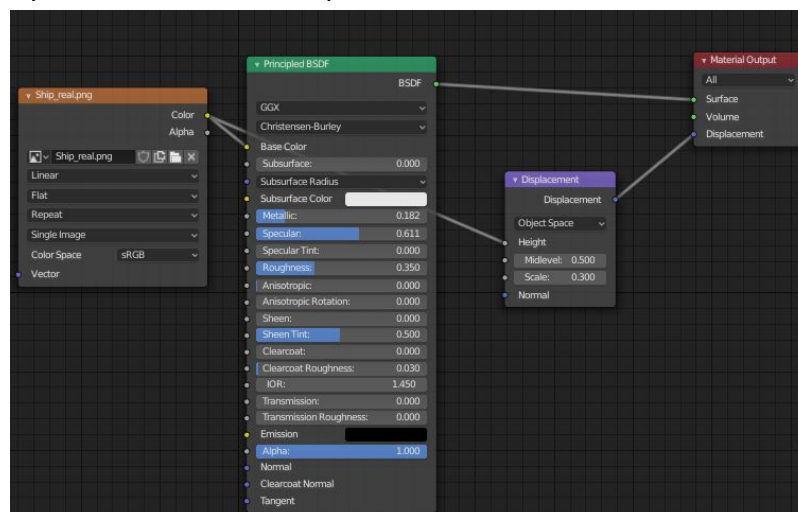


Para o efeito de brilho da luz foi criado um material emissor na cor amarela, em que apenas os polígonos que deveriam emitir luz foram selecionados.



No caso da grade foram utilizados a cor branca na parte do corrimão e os suportes receberam um material metálico.

Por fim, para o efeito de sulcos no material (principalmente no vidro e na madeira do convés) foi utilizado um *displacement shader* (Aba Shading > Menu Add > Vector > Displacement), aplicado no material output.



## Resultado

Como resultado obteve-se o barquinho representado na imagem abaixo.

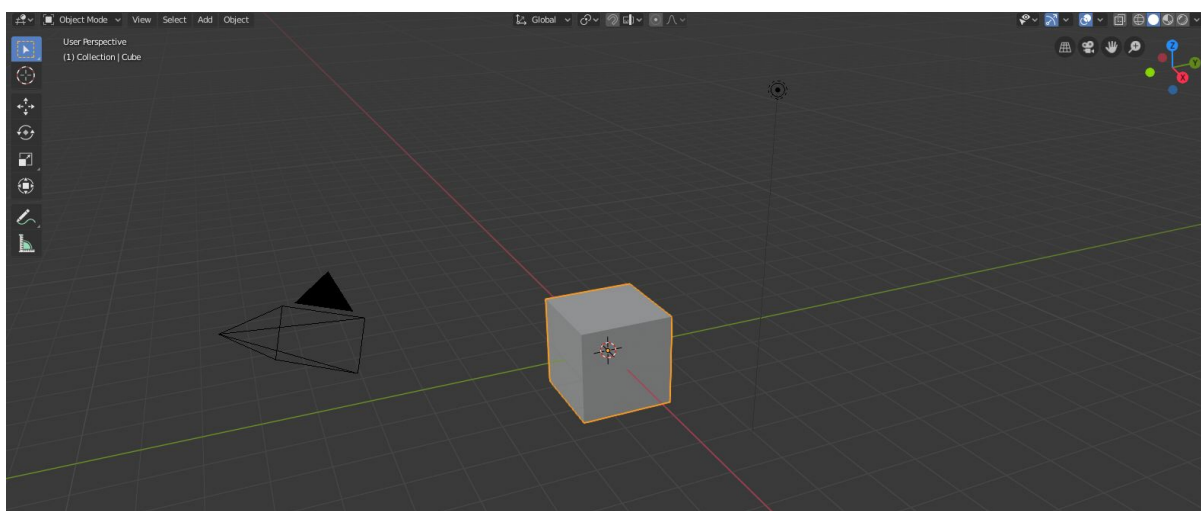


# Engine de Simulação de Fluidos no Blender 2.8

## Criação do arquivo Blender

Ao abrir o Blender, selecionar a opção “General” para a criação de um projeto genérico. Em seguida, salvá-lo como “aquarium.blend”. O arquivo será criado dentro da pasta “assets”, gerada no diretório atual.

Ao fim dessa etapa, temos o arquivo de um novo projeto, contendo uma câmera, iluminação e um bloco, gerados pelo Blender.

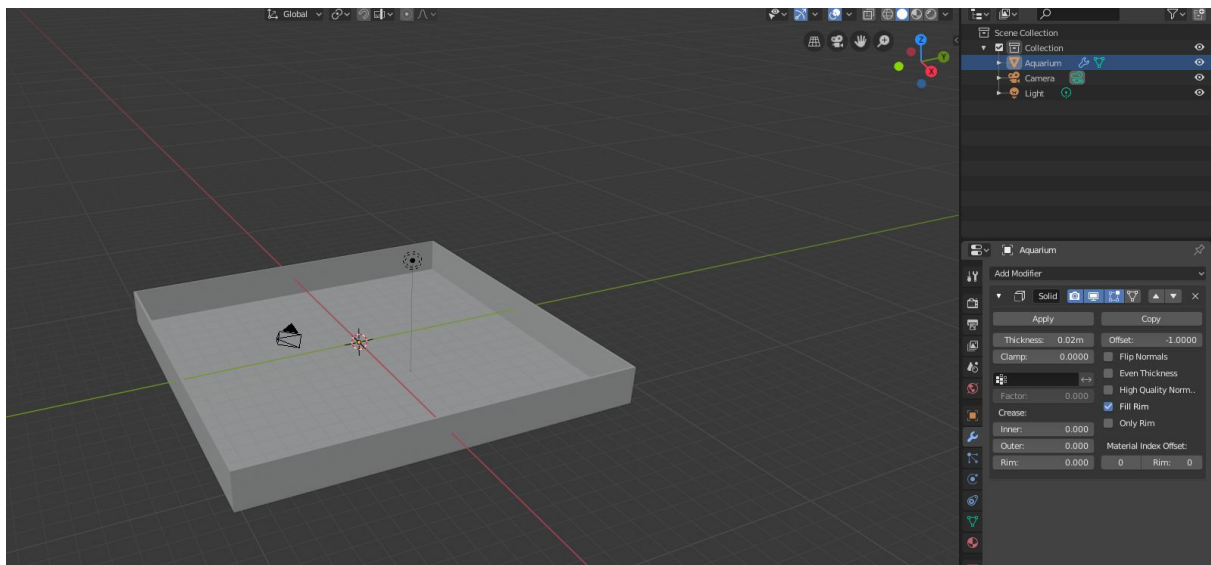


## Montagem do Aquário

Neste momento, o objetivo é obter um recipiente para a água, então não pretende-se já atingir o formato e dimensões do aquário final. Para começar, o cubo já presente teve suas dimensões alteradas pelo comando de escala (tecla S), o aumentando no eixo X e Y (shift + Z) em 10 vezes.

Em seguida, em Edit Mode, o topo da caixa foi selecionado e removido (tecla X > Faces). Por fim, para conferir espessura, o objeto foi selecionado no Object Mode e, por meio do menu de modifiers, um novo modifier foi selecionado, ‘Solidify’. No menu de opções do modifier, a propriedade thickness foi alterada para 0.02m, e a operação foi confirmada ao clicar em ‘Apply’. Para completar, o cubo foi renomeado para ‘Aquarium’.

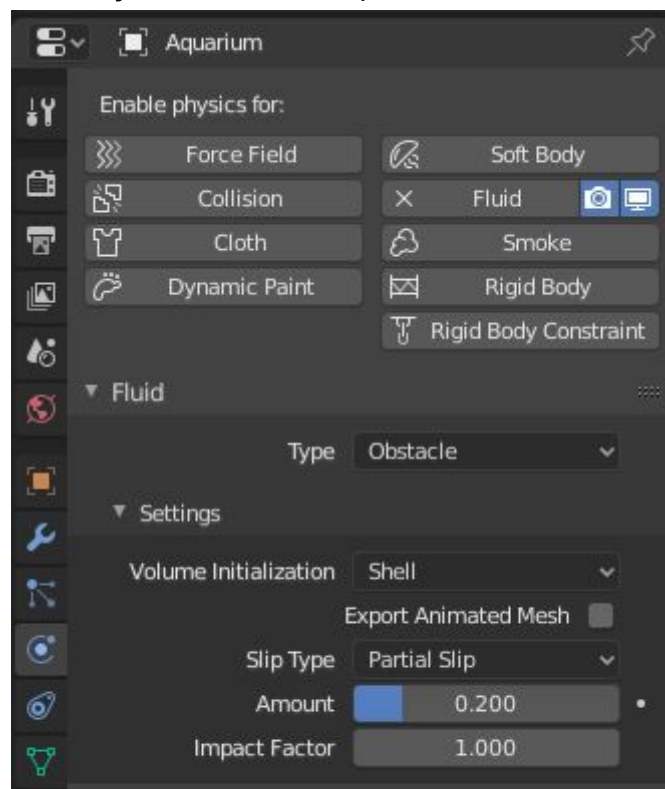
Ao fim dessa etapa, tem-se o recipiente que conterá o fluido simulado.



## Adaptação do Aquário para Interagir com o Fluido

Nesta etapa, pretende-se declarar o recipiente como um objeto a ser considerado como obstáculo ao fluido. Para isso, com ele selecionado, basta dirigir-se à aba 'Physics', selecionar 'Fluid', mudar o 'type' para 'Obstacle' e selecionar 'Shell' em 'Volume initialization'. Deste modo, o fluido interagirá com a carcaça do aquário, e não com seu interior.

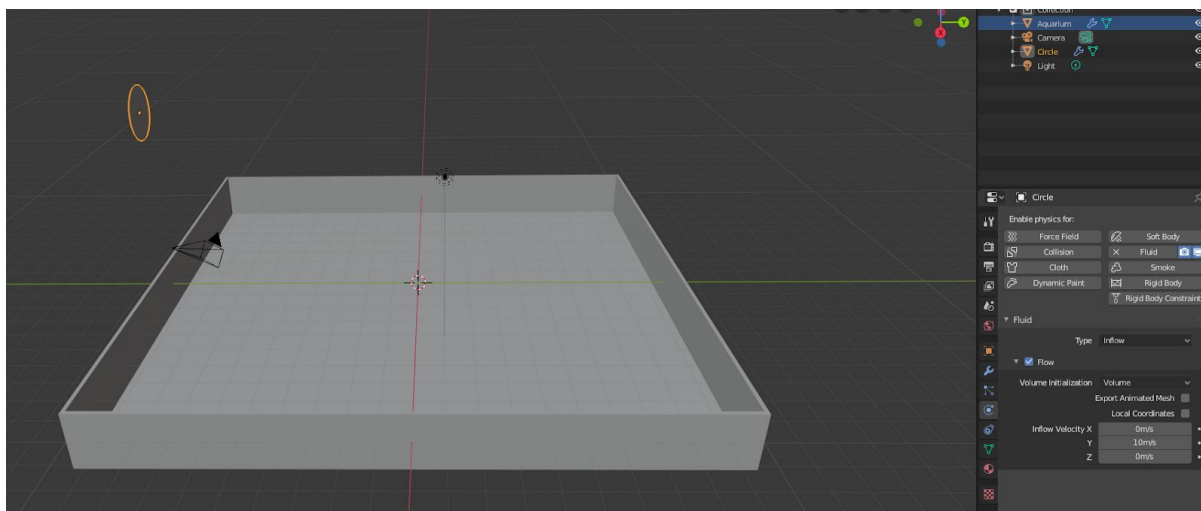
Esta etapa conclui a construção funcional do aquário.



## Montagem da Entrada de Fluido

O objetivo dessa etapa é produzir um objeto que será responsável por prover o fluido à cena. Para começar, adiciona-se um círculo por meio do menu 'Add > Mesh > Circle'. No Edit Mode, o círculo pode ser preenchido (tecla F). Em seguida, ele será movido e alinhado a uma das paredes do recipiente, por meio do Grab (G) e Rotate (R).

Agora, no menu 'Physics', adicionar 'Fluid' e selecionar a opção 'Inflow'. Pode-se usar uma velocidade de 10m/s no eixo Y. A inicialização de volume deve ser mudada para 'Shell'.

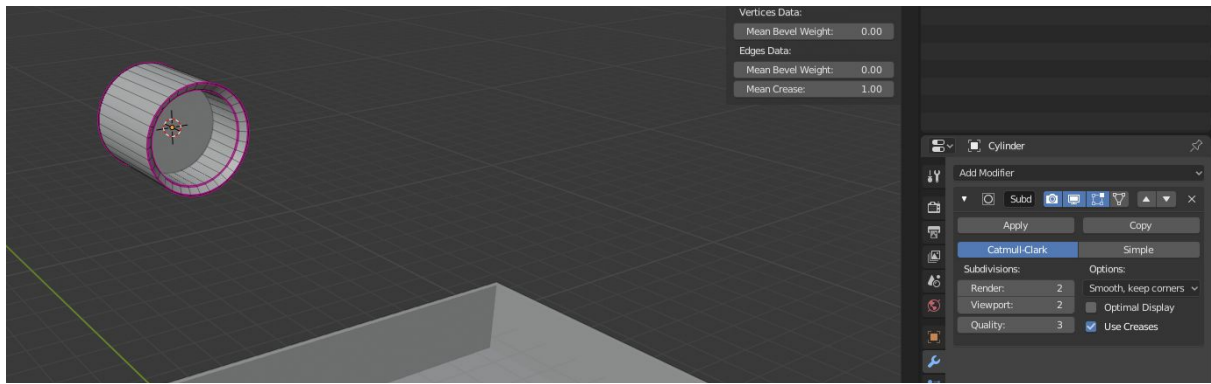


## Tubo da Entrada de Fluido

Agora que temos a entrada de fluido, é conveniente adicionar um tubo que cubra o disco que gera a água. Para isso, primeiro, seleciona-se o disco e define-se ele como novo ponto de origem (Shift + S > Cursor to Selected). Em seguida, basta adicionar um cilindro (Add > Mesh > Cylinder), rotacioná-lo e alterar sua escala para cobrir completamente o disco.

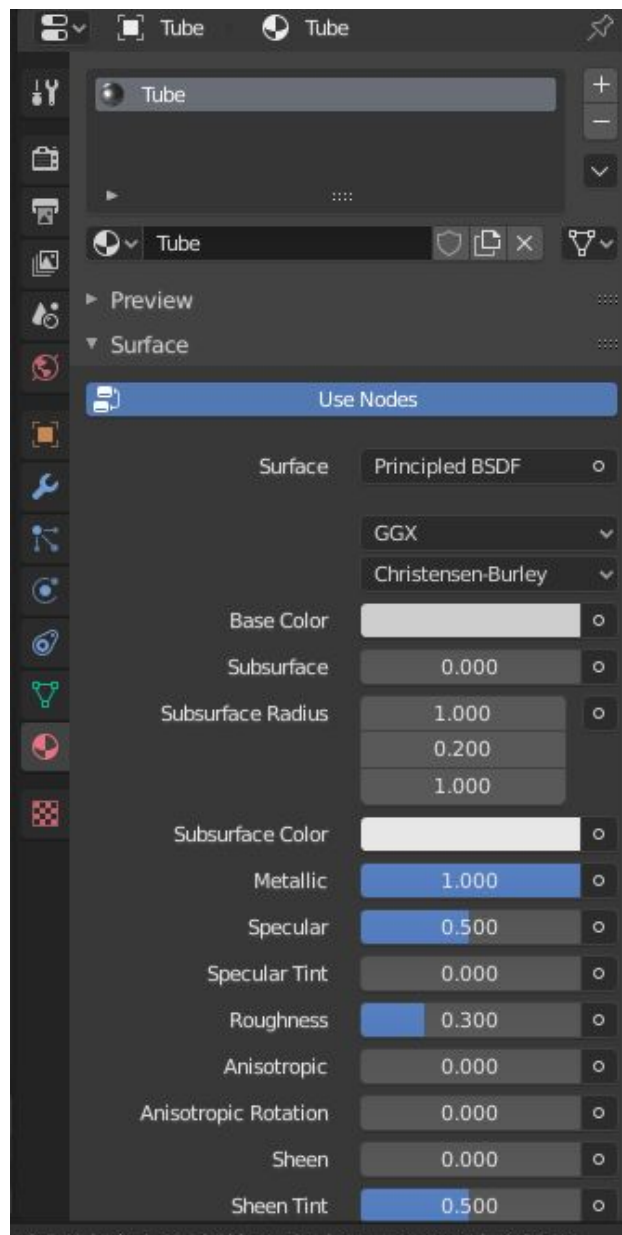
Com o cilindro corretamente posicionado, em Edit Mode, seleciona-se as duas faces circulares, com auxílio do Shift. Agora, apertar "N" e mudar o valor de 'Mean crease' para 1. Aproveitando a seleção, em modifiers, adicionar o 'Subdivision Surface' e mudar o valor de viewport para 2.

Nesse ponto, precisa-se fazer as extrusões que tornarão o cilindro um tubo. Basta pressionar E, clique esquerdo do mouse, S, diminuir o tamanho da extrusão, clique esquerdo, selecionar a extrusão, E mais uma vez e, por fim, aprofundar a extrusão. Para finalizar, os objetos serão renomeados para Inflow e Tube, respectivamente.



## Texturização do Tubo

Para dar a sensação de uma superfície metálica polida, foi adicionado o seguinte material:



Tal material foi renomeado e aplicado ao tubo.

## Domínio da Simulação

A simulação de fluido deve ser contida a um domínio. Para isso, basta adicionar um objeto (uma caixa) que contenha todo o espaço onde pretendemos utilizar a água. Para isso, basta adicionar um cubo na origem e mudar sua posição e escala para conter o aquário e o tubo de inflow. Tal cubo pode ser renomeado como 'Domain'.

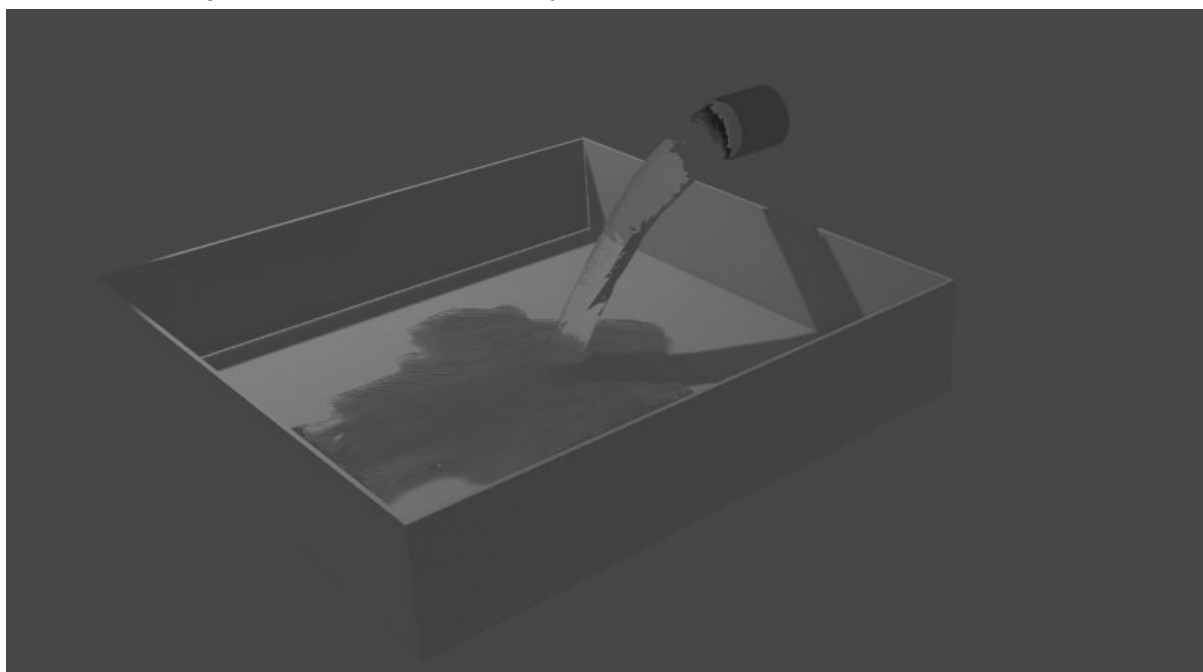
Na aba Physics, deve-se escolher Fluid e selecionar o tipo Domain. Mudar o valor de End para 8. Dependendo da qualidade pretendida, a resolução da simulação pode ser alterada em Final Resolution. Após esta etapa, basta compilar a simulação, clicando em bake.

## Texturização da Água

Basta selecionar o objeto da água (Domain), adicionar um novo material e, se quiser, renomeá-lo para 'Water'. Queremos que o material seja transparente, então basta escolher como superfície a opção 'Glass BSDF'. O valor de Roughness deve ser mudado para zero, e Screen Space Refraction deve ser habilitado. O valor IOR deverá ser substituído para 1.333, para melhor representar a água.

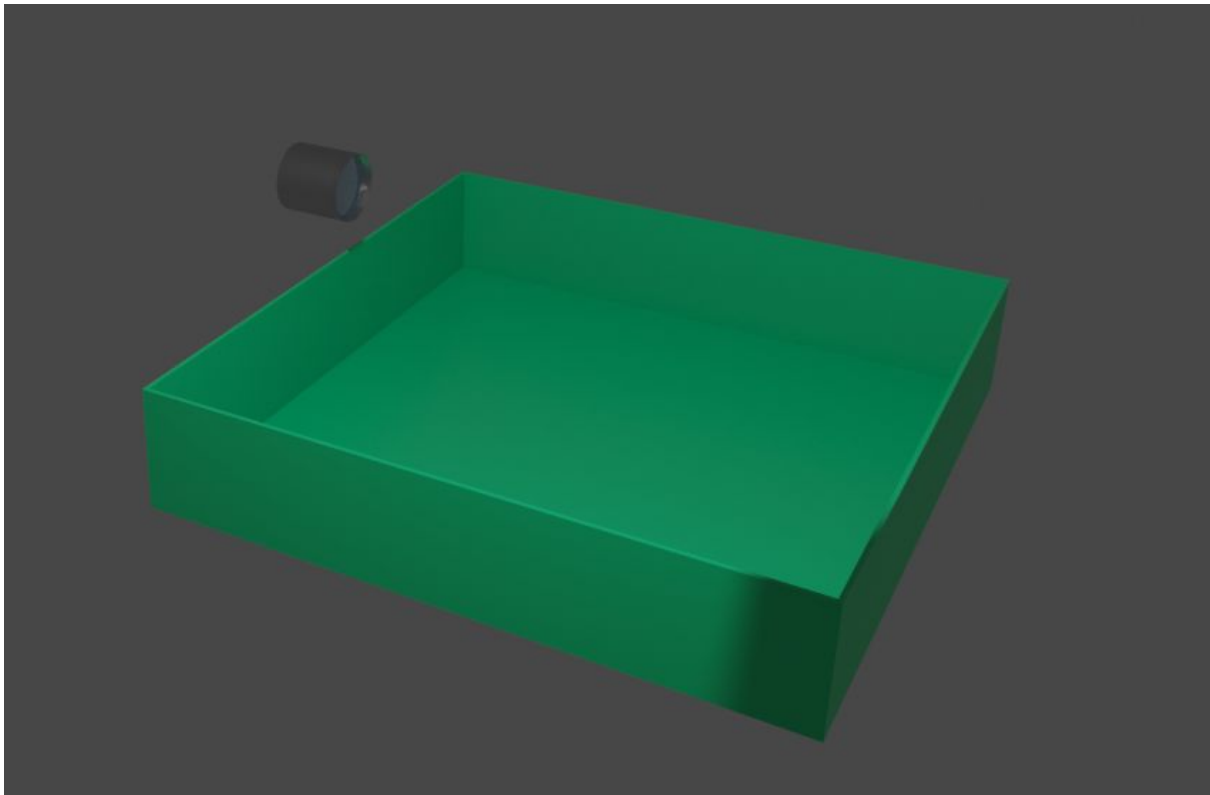
Mudando para a aba Render, também habilitar o Screen Space Refraction e, em seu sub-menu, Refraction.

Ao fim desse processo, tem-se um fluido transparente que interage com a luz de forma semelhante à água. Na visão em Render, já pode-se observar o resultado



## Texturização do Recipiente

Por enquanto, utilizaremos um material opaco, de cor qualquer, para facilitar a visualização da simulação.



## Ajuste de Tempo

No menu inferior (Anim. Player), trocar o fim da animação para 1500. Depois, selecionar a água (Domain) e mudar o valor de End para 48, bem como a velocidade para 1.5. Essas mudanças darão mais tempo à simulação.

## Flutuação

Nessa etapa, adicionaremos um objeto à cena, e a ele daremos a propriedade de flutuabilidade. Como objetos complexos são mais custosos para simular, utilizaremos um plano simples, que boiará na água. Em seguida, o barco será inserido, copiando a posição e rotação de tal plano.

Primeiro, adicione um plano (Add > Mesh > Plane). Em seguida, mude sua escala (S > Shift Z > 2). Agora no edit mode, com o plano selecionado, o subdivida (Botão direito > Subdivide). No menu lateral de subdivisões, aumente o número de divisões para 3. Altere o tipo de seleção para Vertices e, em Object Data, em Vertex Group, clique em '+'. Por fim, assign.

De volta ao Object Mode, na aba Modifiers, adicione Shrinkwrap e selecione o target como 'Domain'.

## Adição do Barco

Nesse momento, já podemos importar o Barco feito separadamente em outro arquivo. Como se trata de um arquivo .blend, Append > Collections > Selecione a collection do barco. Em seguida, ele deve receber restrições para acompanhar o plano. Na tab de restrições, adicionar Copy Location e Copy Rotation, ambos vinculados ao plano. Com isso, já temos o barco boiando.

## Ajuste da Animação

Por conta da forma como o plano se comporta com a subida da água, é necessário provocar a mudança de posição Z com o uso de 'keyframes', definições que vinculam variáveis (como posição e rotação) a marcações de tempo. Aproveitando esta etapa, podemos movimentar um pouco o barco pelo reservatório, e mudar sua rotação de forma mais abrupta que a causada pela água. Tais mudanças conferem à simulação um aspecto mais realista e interessante.

Para começar, com auxílio do player da animação, basta selecionar o ponto de início desejado. Depois, após posicionar o barco como preferir, com a tecla I inserir keyframes para rotação e posição. Em seguida, movendo o timestamp para o fim da animação, alterar o posicionamento do barco e repetir a operação de marcação. Após essas etapas, o barco já se moverá pela cena, interpolando as duas posições pela animação.



# Animação de Fluido Utilizando Dynamic Paint

## Conceito

No Blender existe uma ferramenta de física chamada *Dynamic Paint*. Essa ferramenta basicamente permite que uma superfície possa ser transformada em uma tela que pode ser pintada por um outro objeto do tipo pincel. Porém essa “tela” não aceita somente pintura: o tipo da superfície pode ser alterado para simular ondas quando for escrito. Dessa forma é possível simular um líquido utilizando essa ferramenta de pintura.

## Criação da água e inserção do barquinho com estrutura de pincel

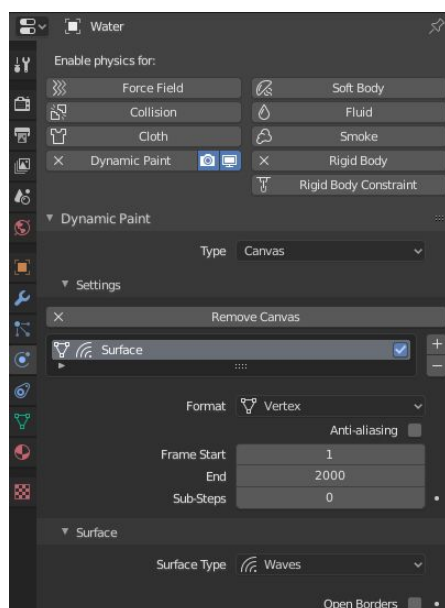
Foi criado um arquivo principal para conter toda a animação de fluidos chamado `blender_water_simulation.blend`.

A água é uma superfície que foi subdividida diversas vezes para conquistar uma boa qualidade, a fim de trazer maior realismo para as ondas geradas. Apesar disso, essa subdivisão foi limitada para que a animação não ficasse lenta para utilização em tempo real.

Os passos seguidos foram:

1. Criação do plano
2. Em *Physics*, foi selecionado o campo *Dynamic Paint*
3. Foi selecionado o tipo *canvas*
4. Em surface type foi selecionado *waves*
5. Foi mantido o *Open Borders* desligado

Observe que para que as ondas emitidas atinjam o final do plano e sejam espelhadas novamente o último passo é importante, já que o limite será a parede do aquário que será inserido. Isso trará maior realismo a cena.

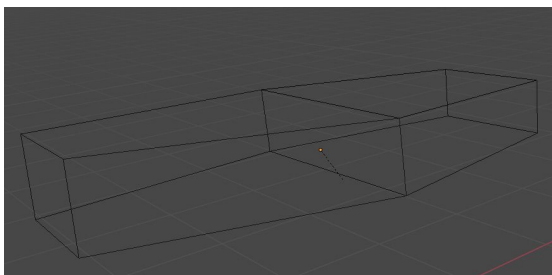


Em seguida foi inserido o barquinho na cena (menu File > Append > ship.blend > Collection). O barco foi inserido sobre a superfície da água similar ao que aconteceria na realidade caso houvesse o efeito de empuxo.

Para criar o pincel (objeto para escrever na água a fim de simular as ondas) foi criado um cubo que sofreu extrusão e que serviu como um exoesqueleto para o barco. Tal objeto foi criado para que os pontos de interação com a água fossem mais facilmente calculado, dado que a geometria do barco é relativamente complexa em comparação com essa estrutura.

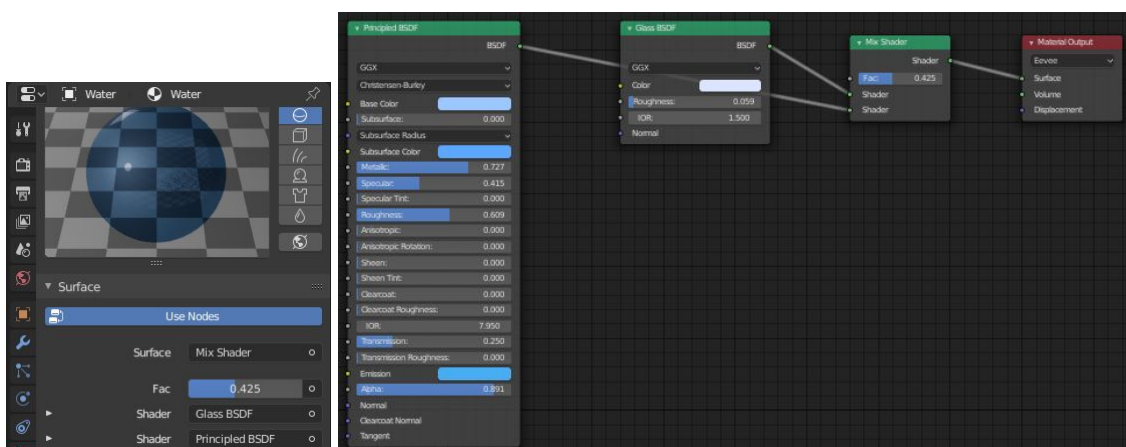
Para transformá-lo em um pincel, os seguintes passos foram realizados:

1. Em *Physics*, foi selecionado o campo *Dynamic Paint*
2. Foi selecionado o tipo *brush*
3. Com a ferramenta de parenting, a estrutura foi linkada ao barco, para que seguisse a trajetória do mesmo.



Assim, foi realizada uma animação simples para observar a ação do pincel na superfície configurada como canvas. As ondas são semelhantes às que ocorrem na água.

Por fim, para dar uma aparência mais realista à água foi adicionado um material de vidro com transparência e coloração azulada.



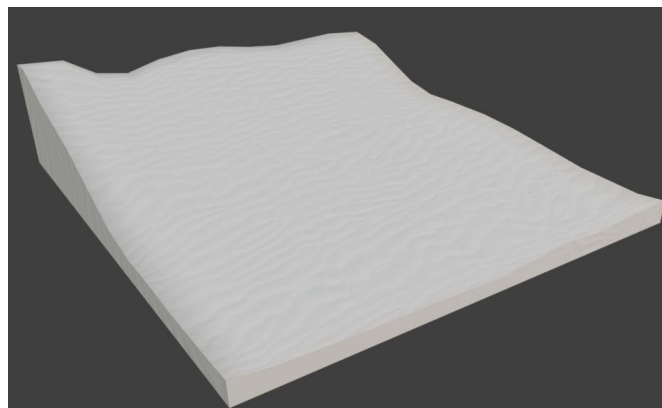
## Criação da areia

O solo arenoso foi criado com um *plane* subdividido diversas vezes e foi utilizada a ferramenta de extrusão nas bordas, para dar impressão de tridimensionalidade. Além disso, foi aplicada uma textura de areia a partir da ferramenta de UV Mapping.

Para a sensação de inclinação e desnível no fundo do oceano foi utilizada a ferramenta de edição proporcional de objetos (*Proportional Editing Objects*), com a função *smooth* na visão de vértices, para que fosse possível alterar apenas o eixo Z de um único vértice e afetar em certa proporção os demais nas proximidades.



O resultado obtido foi o seguinte:



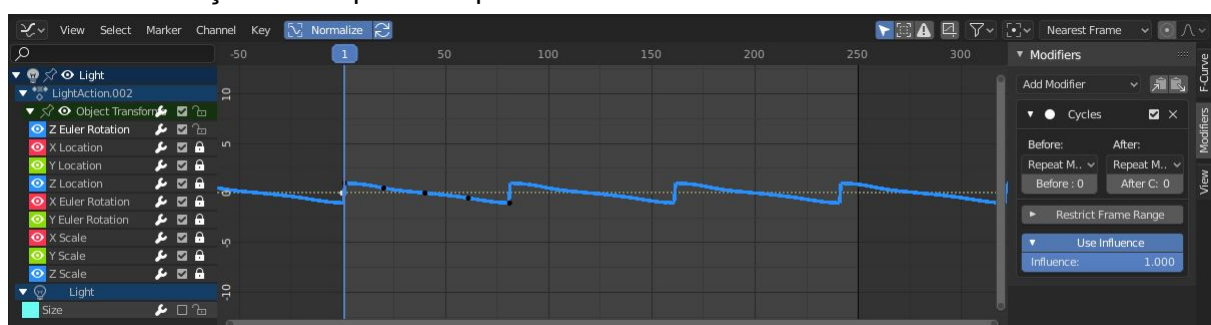
## Criação da animação do farol

Para a criação da animação da luz do farol foram realizadas as seguintes etapas:

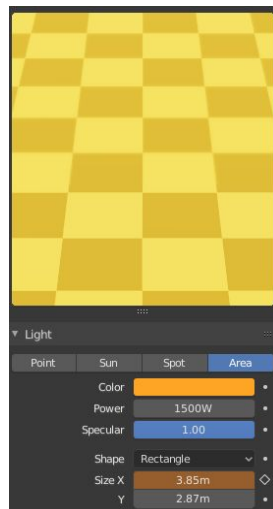
1. Criação de uma luz do tipo *área* para iluminar somente 180°
2. Alinhamento da luz com o farol, de forma que ela fique dentro do mesmo.
3. Utilização da ferramenta de parenting com o barco para que ela siga o movimento.
4. Criação de uma animação de rotação no *Graph Editor* utilizando o modificador *cycles* (ele gera uma senóide na rotação em Z)

a. Procedimento: *Graph Editor* > *Z Euler Rotation* > *Add Modifier* > *Cycles*

A animação no *Graph editor* pode ser visualizada abaixo:



As propriedades da luz podem ser vistas em seguida:

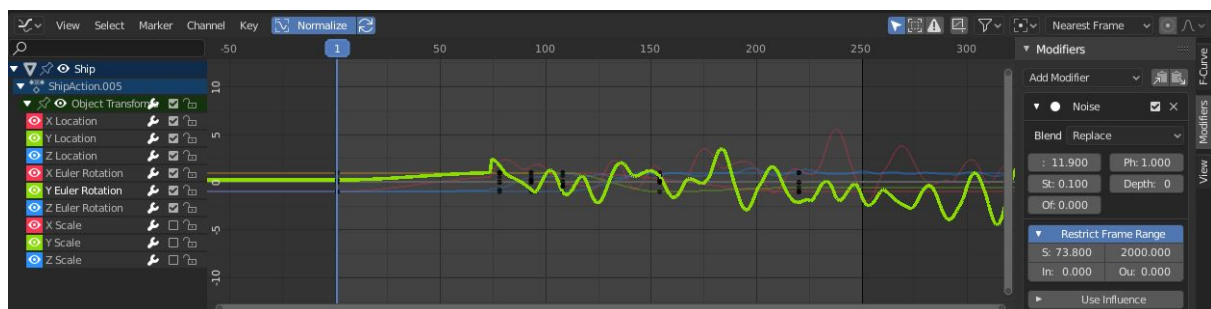


Como resultado, obteve-se um farol com alta luminosidade e a rotação desejada.

## Criação da animação do barco

Para a animação do barco foi utilizada uma função do tipo Noise (*Graph Editor > Modifier > Noise*) de rotação em X e Y e translação em Z, analogamente ao que foi feito para a luz do farol.

A imagem abaixo mostra o *Graph Editor* com o modificador de *Noise* para o *Y Euler Rotation*:

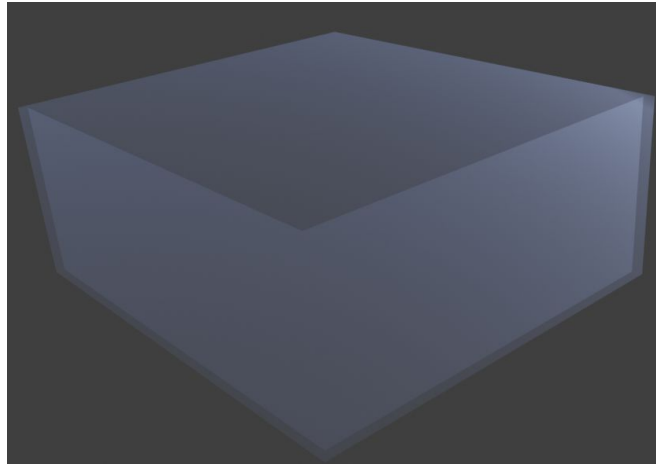


O objetivo dessa animação foi simular o efeito da água e das ondas no barco, garantindo maior similaridade com o que aconteceria em um caso real. Além disso, foi feita uma animação de movimento do barco de uma posição estacionária (quando a água ainda não estava em contato com ele), passando pelo primeiro contato e a movimentação do mesmo até o centro do aquário.

## Aquário

O aquário foi criado em um arquivo à parte chamado *glass\_aquarium.blend*. É basicamente um cubo com algumas divisões que sofreu extrusão para criar as paredes do aquário. O formato dele foi ajustado para os limites da areia e da água e posteriormente ele foi inserido na cena principal pela ferramenta de append, analogamente ao barquinho.

O material adicionado também possui transparência, como ao da água. O resultado obtido foi o seguinte:



## Criação da bomba

A bomba também foi criada em um arquivo a parte (aquarium\_pump.blend). A parte principal dela foi criada por meio de um tubo cilíndrico e da ferramenta de extrusão, até que tomasse a forma desejada.

Na parte posterior foi criado o cano que leva a água até a saída do tubo principal. Igualmente, o objeto original foi um tubo cilíndrico que sofreu diversas extrusões até obter o resultado final. Por fim, eles foram conectados através da ferramenta de parenting e foram texturizados através do UV Editing. No caso do cano, em material metálico foi criado utilizando uma textura de metal em conjunto com a propriedade metálica do material.

O resultado final obtido foi o seguinte:

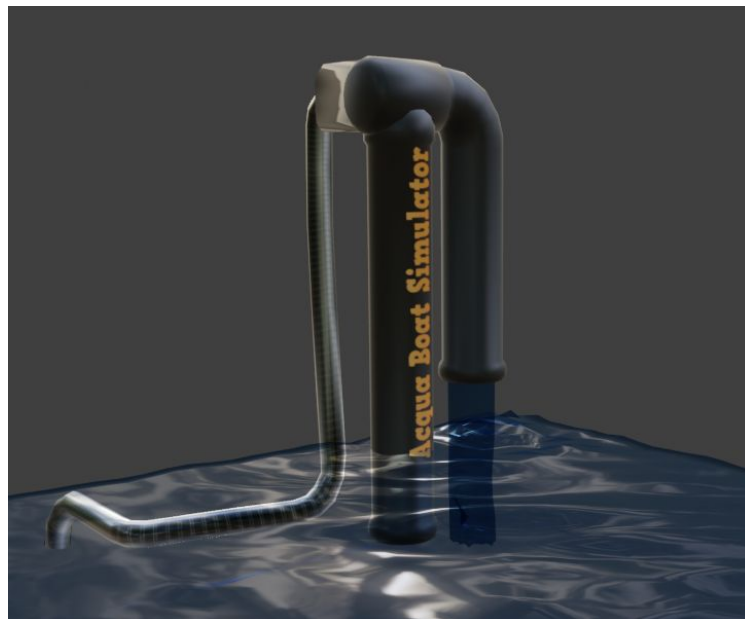


## Animação da água da bomba

A bomba foi inserida na cena principal através da ferramenta append, como utilizada anteriormente; e, em seguida, ela foi posicionada em uma das laterais do aquário.

Para criar a animação da água saindo da bomba foi criado um segundo objeto do tipo canvas, similar ao que foi feito para a água. Para restringi-lo, foram adicionados corpos rígidos na superfície da água (*Physics > Rigid Body*) e também foi criada uma restrição em relação ao tubo da bomba (*Physics > Rigid Body Constraint*), para que a água fizesse apenas a trajetória no eixo Z (um grau de liberdade).

Para que a água caísse no início da animação, foi criado um objeto do tipo pincel que gerasse turbulência tanto nela quanto na água principal. Para o movimento dele foi utilizado o *Graph Editor* com um modificador do tipo *Noise* ela



## Criação da mesa e do píer

A mesa foi criada em uma arquivo a parte (table.blend), na seguinte sequência:

1. Criação da parte superior de madeira
  - a. Utilização de um cubo
  - b. Ajuste em formato de placa retangular
  - c. Aplicação de textura de madeira com o UV editing
  - d. Aplicação de shader com vetor de displacement para mostrar a rugosidade do material, similar ao que foi feito para o barquinho
2. Criação das pernas em metal
  - a. Utilização de um cubo
  - b. Extrusão para formar o anel
  - c. Exclusão das faces que se encontrariam e criação de novas faces
3. Utilização da ferramenta de parenting para ligar as partes

Posteriormente a mesa foi incluída na cena principal com o auxílio da ferramenta append e foi ajustada.



O pier foi criado a partir de barras de madeira, uma a uma dispostas até alcançar o resultado final. Além disso, foram criados parafusos sextavados que foram dispostos na lateral, para dar sustentação às madeiras. A texturização foi análoga à feita para a mesa. O resultado foi o seguinte:



## Criação do solo

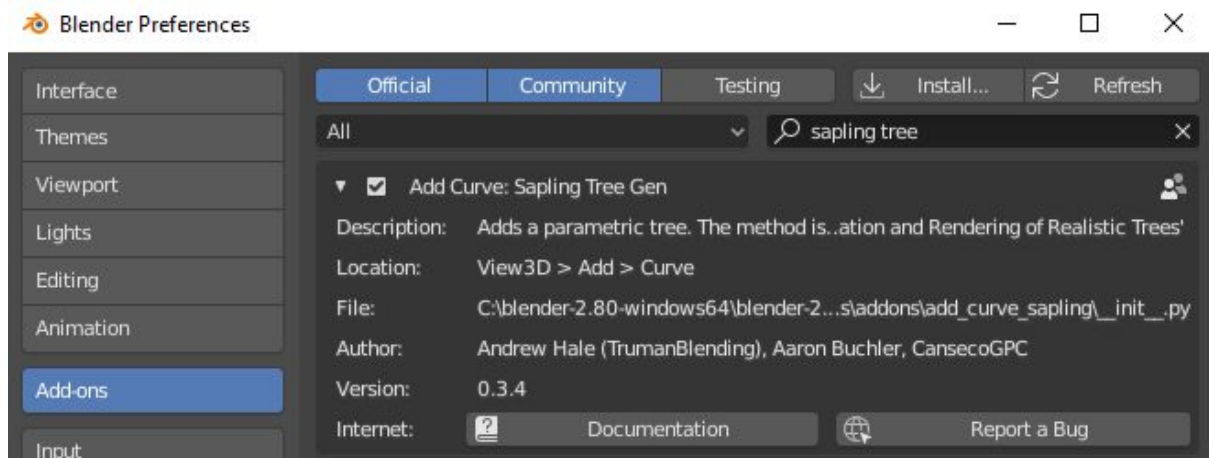
Por meio do atalho Shift+D, a areia do aquário foi duplicada e a textura foi alterada para o tipo grama. Com a ferramenta de escala ela foi ampliada e também foi utilizada a ferramenta de *Proportional Editing Objects* para criar os desníveis do solo.

## Criação de pedras e árvores

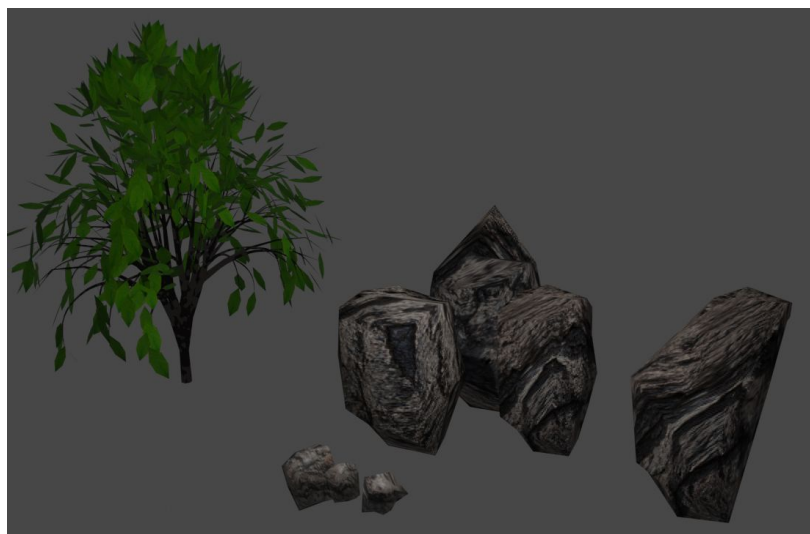
Um novo arquivo foi criado, chamado `environment_assets.blend`. As pedras foram criadas a partir de cubos subdivididos e texturizados pelo UV editing (também houve a aplicação de um shader de displacement, para que fossem evidenciadas as rugosidades do material).



No caso das árvores, foi utilizado um *add-on* de *sapling tree* (menu *Edit* > Add-on > pesquisar *sapling tree*).



Para gerar a árvore, foi inserido um gerador de *sapling tree* (Shift+A > *curve* > *Sapling Tree Gen*). Assim, foi criada uma árvore com folhas que serviu de base para todas as árvores dispostas no cenário principal. O tronco da árvore recebeu um material marrom, com um shader de *musgrave texture* aplicado na normal e a folhagem recebeu uma textura de folha. Esses assets foram posteriormente incluídos na cena principal através do *append*.



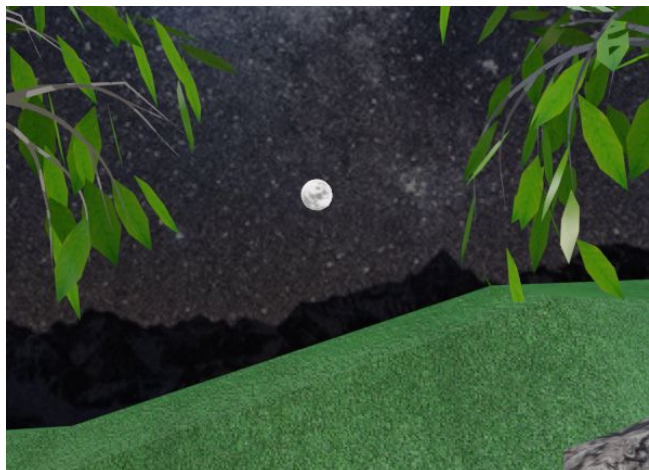
## Criação do céu e da lua

Para a criação do céu foi utilizado uma semi esfera (esfera que posteriormente teve uma parte deletada) texturizada com uma imagem de céu estrelado a noite, com montanhas no horizonte. Essa semi esfera foi utilizada como uma espécie de cúpula. O exterior e o interior dela podem ser vistos respectivamente nas imagens abaixo:





Para a lua, foi criada uma esfera que foi texturizada com uma imagem do solo lunar. Além disso, em seu material foi adicionado um efeito de luminescência, para que ficasse brilhante. Em seguida, foi colocada em um ponto distante do cenário, próximo a parede da cúpula que representa o céu.



## Câmeras e iluminação

Foi adicionada uma luz principal no topo que iluminasse o ambiente em uma trajetória cônica, que pode ser vista na última imagem desta sessão. Além disso, diversas câmeras foram adicionadas à cena, nas seguintes posições e imagens representativas:

1. Ponto de vista do pier

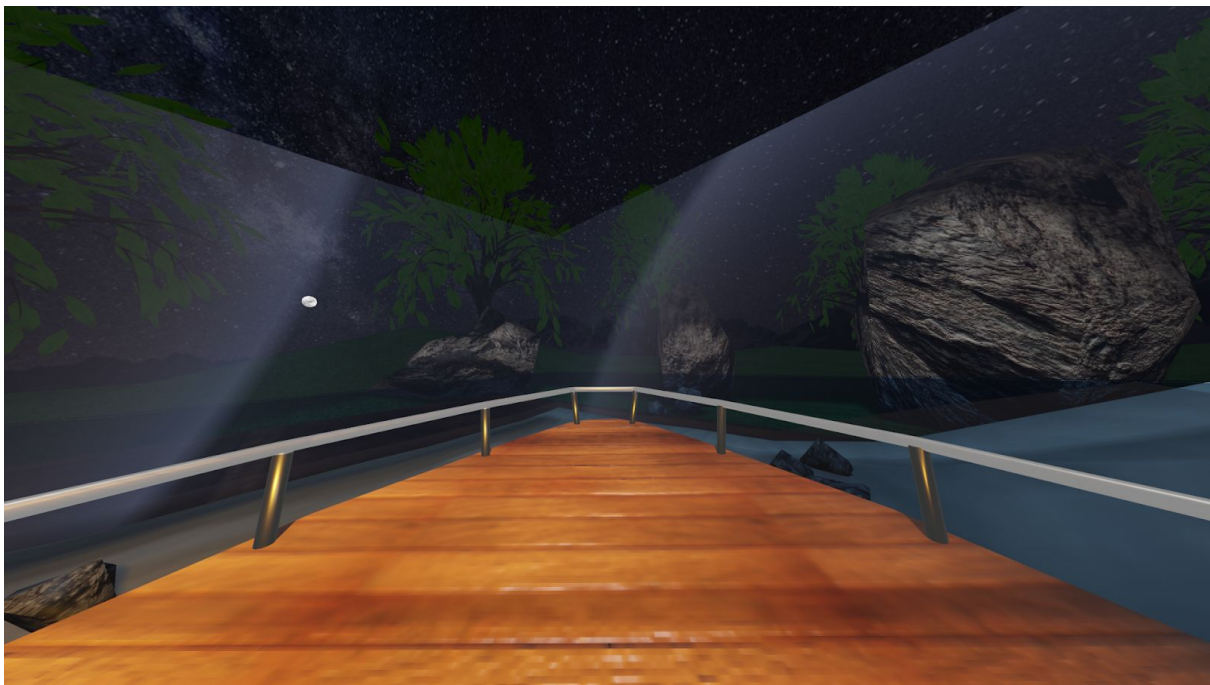


2. Ponto de vista em terceira pessoa do barquinho

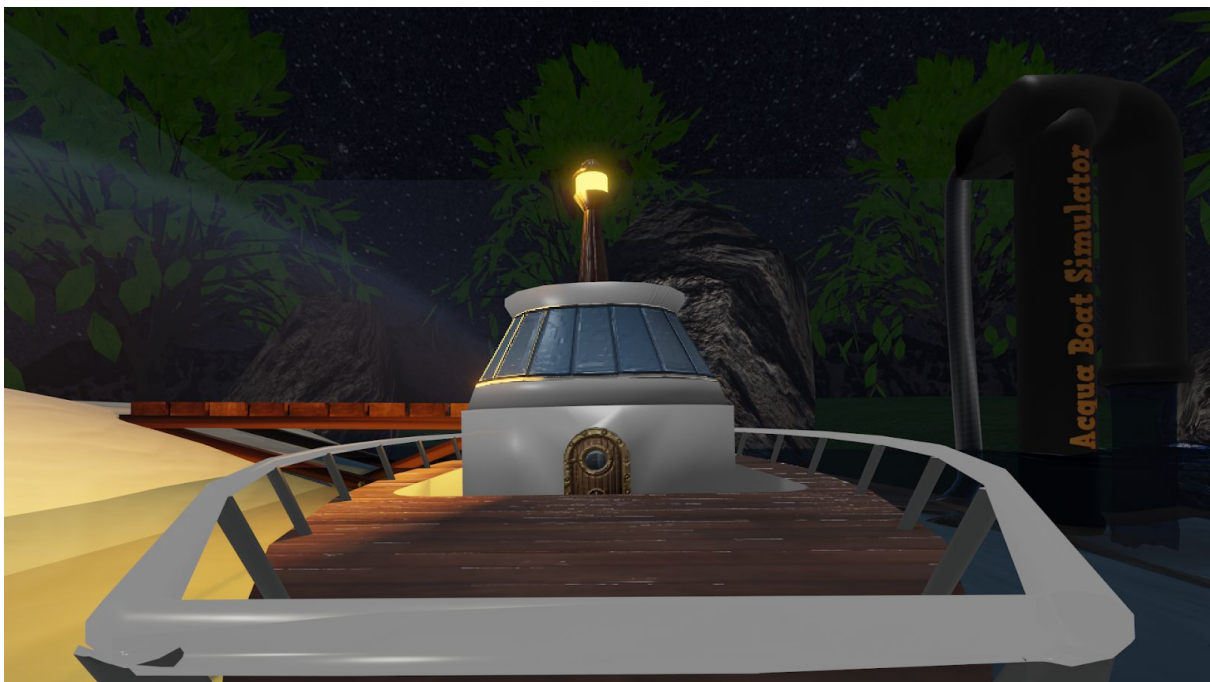


3. Ponto de vista frontal do barquinho (convés)





4. Ponto de vista da grade do barquinho



5. Ponto de vista da mesa



6. Ponto de vista do ambiente 1

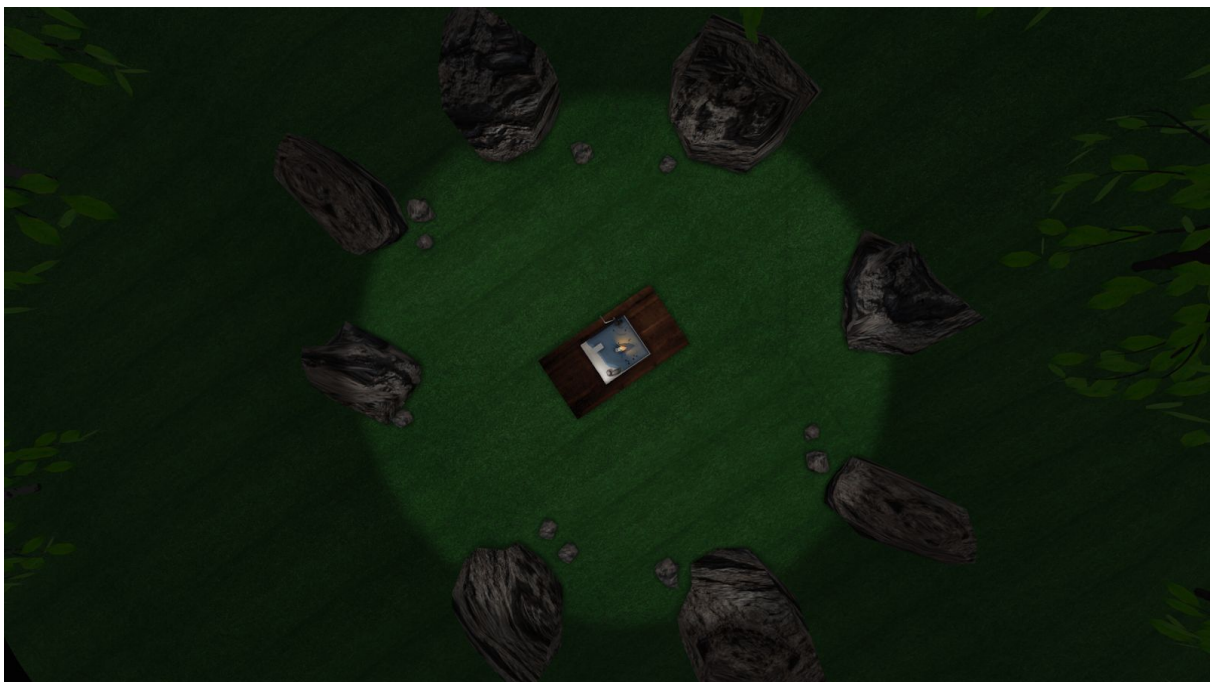


7. Ponto de vista do ambiente 2





8. Ponto de vista do ambiente 3



Alguns dos pontos de vista serviram para gravar a cenas que foram inseridas na interface de apresentação.

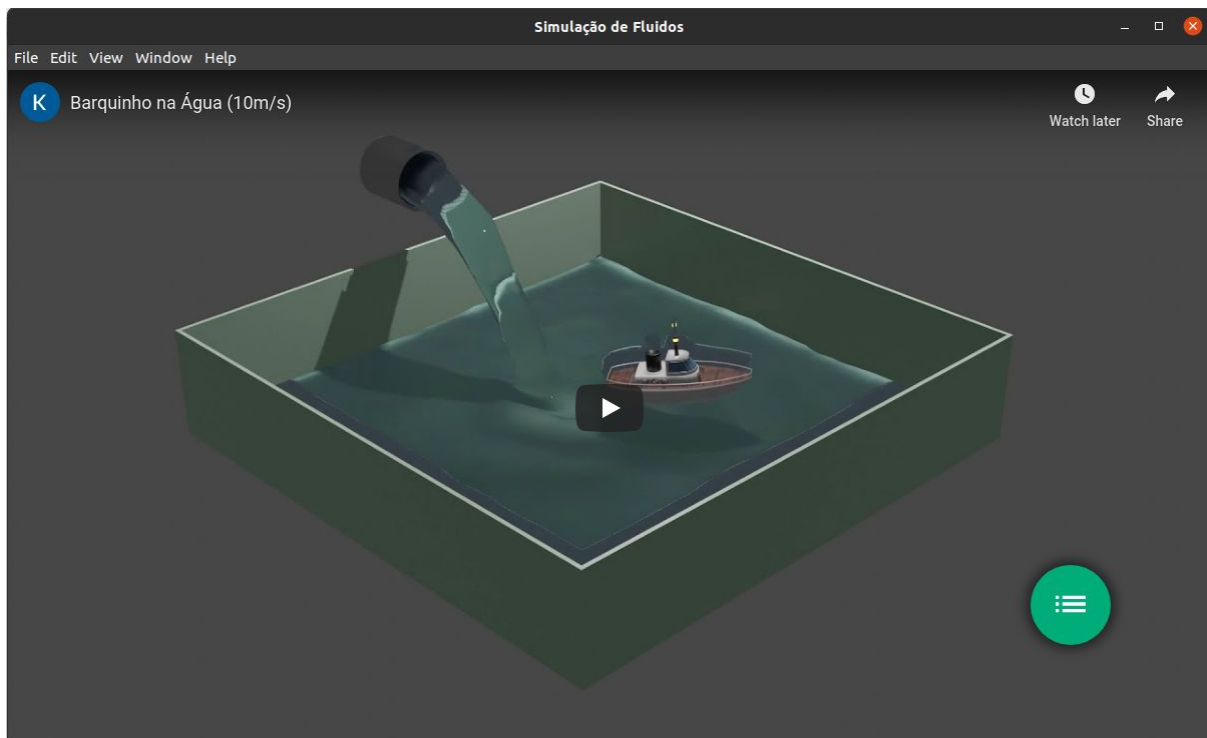
# Interface de Apresentação

Como a disciplina não trata do desenvolvimento WEB, o processo de criação da interface não será detalhado neste documento. Em resumo, construiu-se uma plataforma WEB que permite ao usuário listar e assistir os vídeos renderizados pelo grupo nos demais estágios do projeto. Para reduzir o tamanho do executável final, os vídeos não foram armazenados localmente, e sim no Youtube. Sendo assim, para utilizar a interface, é imperativo que se estabeleça conexão à Internet.

A plataforma pode ser acessada de duas formas: a primeira tem por requisito um Sistema Operacional Linux (testou-se com o Ubuntu 20.04), e basta baixar o arquivo executável disponível na área de Releases do repositório no GitHub. Ao abrir o arquivo, a seguinte tela é exibida:



Cada elemento da lista corresponde a um vídeo renderizado pelo grupo. Para acessá-lo, basta clicar no card.



O programa agora apresenta o vídeo, utilizando o player disponibilizado pela API do Youtube. Para voltar à tela principal, basta clicar no botão flutuante verde no canto inferior direito da tela.

A segunda alternativa é clonar o projeto e abrir a plataforma hospedando-a em um servidor local, e a acessando pelo navegador. Desde que seja possível hospedar localmente o site, ele pode ser acessado sem maiores requisitos. Maiores detalhes podem ser encontrados na seção 'Como Usar' do relatório.

# Conclusões

Ao fim do projeto, obtivemos duas soluções ao problema proposto de simulação de fluidos utilizando o Blender 2.8. O primeiro, utilizar a engine de simulação de fluidos disponibilizada, rendeu resultados bonitos e relativamente precisos, embora a compilação da interação do fluido e a renderização do vídeo final sejam extremamente demorados, mesmo utilizando hardware relativamente potente (AMD Ryzen 3800X, NVidia GTX 770, 32GB DDR4 3200MHz) e habilitando a compilação com aceleração gráfica CUDA. A segunda solução, embora mais simplificada, mostrou-se de grande valia ao ser calculada em tempo real, mesmo em um notebook com menos poder computacional.

Embora o Blender não tenha nos permitido explorar a interação do usuário com a simulação de fluidos, incorporamos o caráter interativo à plataforma de visualização dos vídeos renderizados, abordando ainda mais áreas ligadas à computação gráfica, como o desenvolvimento WEB. O grupo considera os resultados muito satisfatórios, uma vez que os objetivos citados no início do documento foram atingidos.



# Referências

1. Tutorial de simulação de água no Blender 2.8.  
[https://www.youtube.com/watch?v=\\_ECgy5hawyY](https://www.youtube.com/watch?v=_ECgy5hawyY)
2. Tutorial de simulação de tubos jorrando água no Blender 2.8.  
<https://www.youtube.com/watch?v=IOtZdysaJEA>
3. Simulação de Barco no Mar usando Blender.  
<https://www.youtube.com/watch?v=UtoG8jPQEyE>
4. Tutorial de flutuação no Blender 2.8.  
<https://www.youtube.com/watch?v=1R5XG5EJrbs>
5. Apresentação da nova Engine de simulação de fluidos para Blender 2.82.  
[https://www.youtube.com/watch?v=JYc\\_6fXEjw4](https://www.youtube.com/watch?v=JYc_6fXEjw4)
6. Tutorial de simulação de água com pintura dinâmica no Blender 2.8.  
<https://www.youtube.com/watch?v=o2DjguaGeTY>
7. Barco de brinquedo que serviu como inspiração.  
<https://i.pinimg.com/originals/84/b4/99/84b499ecc10b5b5c2d600b2d31c84b05.jpg>
8. Tutorial de integração do Electron a projetos ReactJS.  
<https://www.youtube.com/watch?v=Cdu2O6o2DCg>