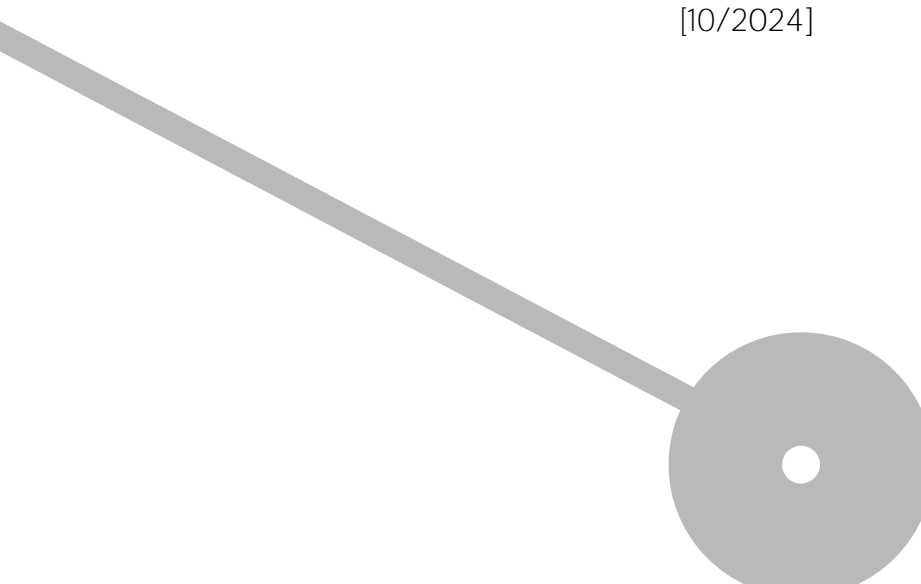




Marionetas Expandidas: Um Caso de Estudo na companhia Lafontana – Formas Animadas

Luísa Ariana dos Santos Pinheiro Rodrigues

[10/2024]



Politécnico do Porto
Escola Superior de Media Artes e Design

Luísa Ariana dos Santos Pinheiro Rodrigues

**Marionetas Expandidas: Um Caso de Estudo na companhia Lafontana – Formas
Animadas**

Relatório de Estágio

Mestrado em Sistemas e Media Interativos

Orientação: Prof. Luís Miguel Barbosa Costa Leite

Coorientação: Prof. Manuel Jorge de Abreu Antunes Lima

Vila do Conde, outubro de 2024

Luísa Ariana dos Santos Pinheiro Rodrigues

**Marionetas Expandidas: Um Caso de Estudo na companhia Lafontana – Formas
Animadas**

Relatório de Estágio

Mestrado em Sistemas e Media Interativos

Membros do Júri

Presidente

Prof. Doutora Teresa Cristina de Sousa Azevedo Terroso

Escola Superior de Media Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Vogal - Orientador

Prof. Doutor Luís Miguel Barbosa Costa Leite

Escola Superior de Media Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Vogal - Arguente

Prof. Doutor Rui Pedro Amaral Rodrigues

Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto

Vila do Conde, outubro de 2024

Avó Maria e avô António, obrigada por tudo!

AGRADECIMENTOS

Quero começar por agradecer à minha família por acreditar em mim, pelo apoio e sugestões durante a execução deste projeto. Ao meu namorado, Paulo Francisco, pelo apoio constante e por estar sempre disponível para me ajudar. À Sofia, que me ajudou a distrair do projeto com conversas sobre livros, boba e Taylor Swift. Aos que me acompanharam durante o mestrado, apoiaram e ajudaram a levar as marionetas de um lado para o outro, Filipa, Jorge, Henrique, Cláudia e Pedro.

Agradeço à Escola Superior Medias Artes e Design e aos docentes do curso Mestrado Sistemas e Media Interativos por estimularem o meu crescimento académico, de modo a melhorar o desempenho na realização de projetos. Aos meus orientadores Luís Leite e Manuel Jorge Lima pela orientação nesta fase de percurso, pelas dicas e críticas ao longo da realização do projeto de estágio.

Também tenho de agradecer à equipa do teatro Lafontana, Marcelo e Fátima, por fazerem-me sair da minha zona de conforto e assim evoluir a nível pessoal e profissional. Pela possibilidade de estágio, e na oportunidade de cooperação para a criação de um novo espetáculo, que enriqueceu o meu conhecimento sobre o mundo de marionetas, pelos detalhes (dramaturgia de personagens, mecanismos, pintura, ...) que são necessários para a criação destes “atores”. Que a colaboração contínua traga mais projetos como este. Ao Pedro Morim pelo desenvolvimento dos figurinos e acessórios para das personagens deste projeto. Ao Pedro Cardoso por ajudar a montar o circuito elétrico e feedback nas experiências eletrónicas realizadas.

Por último, e não menos importante, quero agradecer a mim mesma por não ter desistido de realizar este projeto, apesar de ter pensado constantemente nisso.

A todos um sincero e sentido OBRIGADO.

RESUMO ANALÍTICO

As marionetas são consideradas uma das formas de expressão mais tradicionais da humanidade, mas paralelamente, são formas inovadoras que se renovam ou reinventam. É neste sentido, que surge o projeto de Marionetas Expandidas enquadrado no estágio da companhia Lafontana – Formas Animadas. Este projeto procura atribuir às tradicionais marionetas alguma autonomia e explorar novas formas de manipulação através da utilização de meios digitais e impressão 3D, abordando a questão de como a implementação de tecnologias interativas pode contribuir para a ilusão de vida das marionetas sem comprometer a sua essência.

Embora a introdução de tecnologias como luz, som e projeção de vídeo tenha sido amplamente adotada no teatro de marionetas, os próprios objetos performativos - marionetas - mantêm-se, em grande parte, fiéis aos materiais e métodos tradicionais, como a madeira e os mecanismos mecânicos. A exploração de computação física, sensores, media digitais e dispositivos de controlo digital nas marionetas tem sido limitados, sendo esta uma área promissora a investigar.

O estágio oferece uma oportunidade para desenvolver competências e experiência em contexto prático, combinando design de produto, design de interação, multimédia e computação física. Através de um estudo aprofundado das técnicas de manipulação de marionetas e análise de projetos e autores relevantes, foram identificados os aspetos a inovar nas marionetas e os requisitos para um projeto prático a desenvolver. Este projeto prático centra-se no desenvolvimento de sistemas interativos para um espetáculo de marionetas da companhia, utilizando uma metodologia de casos de estudo específicos e tecnologias como a impressão 3D e media digitais interativos.

O objetivo é expandir as marionetas tradicionais, criando novas dimensões no teatro de marionetas através da incorporação de tecnologias digitais interativas, promovendo uma reflexão teórica e a disseminação das técnicas e resultados alcançados.

Palavra-chave: Marionetas; Media Interativas; Impressão 3D; Computação Física; Mamulengo.

ABSTRACT

Puppets are considered one of humanity's most traditional forms of expression, but at the same time, they are innovative forms that are renewed or reinvented. It is in this sense that the Expanded Marionettes project emerged as part of the internship of the company Lafontana – Formas Animadas. This project aims to give traditional puppets some autonomy and explore new forms of manipulation using digital media and 3D printing, addressing the question of how the implementation of interactive technologies can contribute to the puppets' illusion of life without compromising its essence.

Although the introduction of technologies such as light, sound and video projection have been widely adopted in puppetry, the performing objects themselves - marionettes - remain largely faithful to traditional materials and methods such as wood and mechanical mechanisms. The exploration of physical computing, sensors, digital media, and digital control devices in puppets has been limited, which is a promising area for investigation.

The internship provides an opportunity to develop skills and experience in a practical context, combining product design, interaction design, multimedia, and physical computing. Through an in-depth study of puppet manipulation techniques and analysis of relevant projects and authors, the aspects to be innovated in puppets and the requirements for a practical project to be developed were identified. This practical project focuses on developing interactive systems for a company puppet show, using a specific case study methodology and technologies such as 3D printing and interactive digital media.

The objective is to expand traditional puppetry, creating new dimensions in puppetry through the incorporation of interactive digital technologies, promoting theoretical reflection and the dissemination of techniques and results achieved.

Keyword: Puppets; Interactive Systems; 3D printing; Physical Computing; Mamulengo.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Motivação e Objetivos.....	13
1.2 Estrutura do Relatório.....	13
1.3 Entidade Acolhedora – Lafontana Produções Artísticas	14
2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO	14
2.1 Marionetas - o que são?	14
2.2 Marionetas - tipos	15
2.2.1 Fantoques	16
2.2.2 Silhuetas.....	17
2.2.3 Marionetas.....	18
2.2.4 Perspetivas sobre as marionetas.....	19
2.3 Formas Animadas	20
2.3.1 Espetáculos Híbridos	20
2.3.2 Marionetas Robotizadas	21
2.3.3 Máscaras	21
2.3.4 Teatro de Objeto	22
2.3.5 Humanette	22
2.3.6 Mamulengo	22
2.3.7 Ventríloquo.....	23
2.4 História e evolução das marionetas	23
2.5 Sistemas e Media Aplicados.....	24
2.5.1 Casos de estudo	24
2.5.2 Projetos Lafontana.....	27
3 METODOLOGIA.....	29
3.1 Metas e etapas	29
3.2 Proposta de renovação para teatro de Mamulengo	30
3.3 Análise comparativa de recursos	31
4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	33
4.1 Personagens	34
4.1.1 Cabeças, corpos e mãos.....	34

4.2 Mecanismos.....	38
4.3 Sistemas eletrônicos.....	41
4.4 Sons	43
CONCLUSÃO.....	44
5.1 Considerações finais e perspectivas futuras.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXOS.....	49
Anexo A – Desenhos Técnicos.....	50
Anexo B – Processo	60
Anexo C – Estudo de cores.....	66
Anexo D – Moodboard	67

Lista de esquemas e tabelas

Esquema 1 - Modos de separação das marionetas.....	16
Esquema 2 - Formas Animadas.....	20
Esquema 3 - Calendarização das fases do projeto e tarefas	30
Tabela 1 - Comparação software 3D.....	31
Tabela 2 - Comparação de microcontroladores	32

Lista de ilustrações

Figura 1 - Fantoche de dedo (esquerda); fantoche de luva (centro); fantoche de mão (direita)	16
Figura 2 - Workshop de teatro de sombras	17
Figura 3 - Marionetas virtuais (esquerda); workshop de marionetas de fios (centro); marioneta de vara (direita).....	18
Figura 4 - MamuLEDs	24
Figura 5 - Mani-Pull Action.....	25
Figura 6 - Solitária.....	26
Figura 7 - Robotic Marionette System.....	26
Figura 8 - PuppetMaster	27
Figura 9 - Peregrinação.....	28
Figura 10 - Prometeu.....	29
Figura 11 - Bonecos do Mamulengo Teatro Lafontana.....	30
Figura 12 - Estudos de mecanismos.....	33
Figura 13 - Modelação das personagens.....	34
Figura 14 - Modelação do segundo modelo base.....	34
Figura 15 - Testes em PLA de cabeça, pescoço e mãos	35
Figura 16 - Primeiro modelo da cabeça base	35
Figura 17 - Impressão em resina e cura do material.....	36
Figura 18 - Testes das mãos em PLA (esquerda); comparação de tamanhos (meio); remoção do material de suporte em resina (direita)	37
Figura 19 - Teste PLA em poliéster	37
Figura 20 - Teste PLA em tule	37
Figura 21 - Escamas impressas em PLA tricolor	37
Figura 22 - Partes do corpo unidas.....	37
Figura 23 - Modelação da personagem Cobra	38
Figura 24 - Partes da personagem Cobra impressas.....	38
Figura 25 - Testes em 2D	39
Figura 26 - Cara humana (esquerda); caro diabo (direita)	39
Figura 27 - Impressão do pescoço em PLA e comparação de tamanhos.....	40
Figura 28 - Pescoço em ABS.....	40

Figura 29 - Teste da marioneta na mão do marionetista	40
Figura 30 - Expressões: surpreso (esquerda); normal (meio); zangado (direita)	40
Figura 31 - Mecanismo das sobrancelhas	41
Figura 32 - Personagem com circuito	42
Figura 33 - Circuito da personagem Morte	42
Figura 34 - Personagem Maria (esquerda); personagem Maria "grávida" (direita).....	42
Figura 35 - Protótipos da barriga.....	43
Figura 36 - Desenho técnico Vicentão.....	50
Figura 37 - Desenho técnico Polícia.....	51
Figura 38 - Desenho técnico Padre Figos	52
Figura 39 - Desenho técnico Morte.....	53
Figura 40 - Desenho técnico João Redondo	54
Figura 41 - Desenho técnico Diabo.....	55
Figura 42 - Desenho técnico Cobra.....	56
Figura 43 - Desenho técnico Maria	57
Figura 44 - Desenho técnico Benedito.....	58
Figura 45 - Desenho técnico Pescoço	59
Figura 46 - Cabeças de teste.....	60
Figura 47 - Mãos teste.....	60
Figura 48 - Rolamentos e pescoços	61
Figura 49 - Benedito evolução	61
Figura 50 - João Redondo evolução	62
Figura 51 - Polícia evolução.....	62
Figura 52 - Vicentão evolução.....	63
Figura 53 - Padre Figos evolução	63
Figura 54 - Morte evolução.....	64
Figura 55 -Diabo evolução.....	64
Figura 56 - Cobra evolução	65
Figura 57 - Estudo de cores para pintar marionetas	66
Figura 58 - Moodboard de inspiração para o desenvolvimento das personagens.....	67

INTRODUÇÃO

1.1 Motivação e Objetivos

A ideia do projeto surge no decorrer do primeiro ano de mestrado com a vontade de explorar as formas e meios que contribuíssem para dar autonomia às marionetas, desenvolvendo a ideia de uma marioneta com “vida própria”, recorrendo às competências técnicas adquiridas na licenciatura e no mestrado, e trazer novas perspectivas às tradicionais formas de produção do teatro de marionetas. Assim, o objetivo principal de estágio na companhia Lafontana – Formas Animadas é contribuir para a inovação no teatro de marionetas, bem como adquirir experiência profissional e métodos de trabalho colaborativos. Por outro lado, procura-se responder à questão se uma marioneta mais autónoma melhora o seu desempenho sem a descaracterizar. O estágio está dividido em duas componentes que correspondem aos dois objetivos gerais, que é investigar e desenvolver técnicas de autonomização de comportamentos em marionetas para uma peça de teatro de marionetas, e estudar, explorar e desenvolver marionetas expandidas aplicando sistemas e media interativos. Estas componentes desenvolvem-se nos seguintes objetivos específicos: adquirir experiência no contexto criativo e colaborativo enquadrado no estágio; aprofundar competências de computação física e impressão 3D; investigar e explorar *animatronics* e marionetas robóticas; e explorar o controlo de marionetas e objetos cénicos à distância.

1.2 Estrutura do Relatório

Este relatório de estágio começa por apresentar a entidade acolhedora para este projeto, prosseguindo com um enquadramento teórico, refletindo sobre o conceito de marionetas, a sua tipologia, a sua história e evolução, e apresentando casos de estudos de sistemas e media aplicados ao teatro de marionetas. Na Metodologia são descritas as fases do projeto e definidos os requisitos e tecnologias para o seu desenvolvimento. Na secção do desenvolvimento descreve-se a implementação do projeto, justificando as decisões tomadas. No final do relatório é apresentada uma reflexão sobre o estágio e o desenvolvimento do projeto, bem como as questões de investigação.

1.3 Entidade Acolhedora – Lafontana Produções Artísticas

Na gênese da companhia Lafontana – Formas Animadas, esteve um curso denominado de Teatro de Formas Animadas. Este inovador curso criado em 1998 e dirigido por Marcelo Lafontana até 2001, tinha como objetivo a formação profissional para marionetistas em Portugal. Atualmente, a companhia tem como foco o desenvolvimento e apresentação de espetáculos de marionetas. Também, efetua formações e investigação na área. Esta companhia destaca-se pelo desenvolvimento de peças que conciliam a tradicional arte da marioneta com novas abordagens, como tecnologia e novos materiais, criando uma ponte entre a arte e ciência, contribuindo para quebrar barreiras e apresentar novos caminhos para o universo da marioneta. (Lafontana - Formas Animadas, n.d.)

2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 Marionetas - o que são?

De acordo com David Currell, no seu livro *Puppets and puppet theatre*, a marioneta não é um ator, pois as peças de marionetas dependem mais da ação do que da fala, assemelhando-se à dança e à mímica - “But the puppet, still or moving, can be just as powerful as the actor. (...)” (Currell, 2014). Também, afirma que a marioneta apenas existe na performance, fora dela não é nada. Para além disso, é livre das limitações humanas (a nível físico), em que pode lidar com tabus e pode dizer o inexplicável e/ou o extraordinário (Currell, 2014).

Já George Latshaw, em *The complete Book of puppetry*, considera que a marioneta é qualquer objeto animado controlado por um ser humano. Diz que têm de cumprir três requisitos: Ter uma forma para animar, uma pessoa para a manipular e um método para controlar todo ou parte do corpo da marioneta ou extensão da mesma (hastes, cordas, fios, entre outros). A eficácia da manipulação das marionetas, independente da sua complexidade, depende da imaginação da pessoa que controla a voz e a animação. E que uma forma abstrata pode ser viva como as outras formas. “Objects that have never lived or moved before can take on life in the hands of a skillful puppeteer.” (Latshaw, 2012).

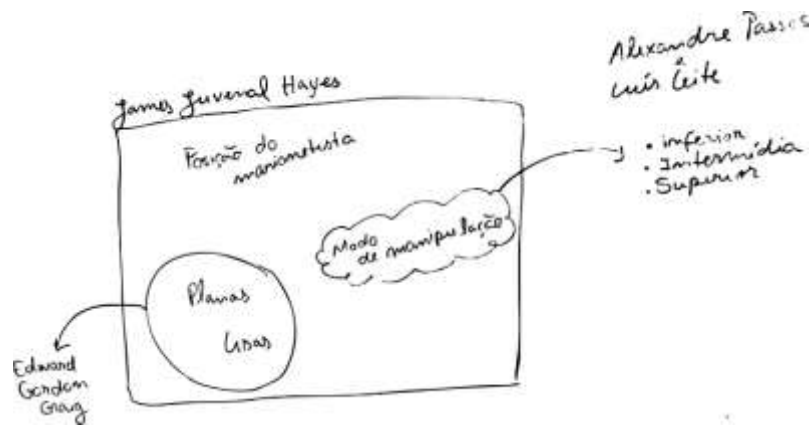
As marionetas são figuras móveis, que representam, uma pessoa, animal ou criaturas míticas e, conforme a sua complexidade e experiência no manuseamento, são manipuladas, pelo menos, por uma pessoa, o marionetista, num palco com pequenas dimensões.

2.2 Marionetas - tipos

Existem vários tipos de marionetas e, de acordo com articulações, materiais, origem e manipulação, podem ser separadas por sistemas de classificações. Edward Gorgan Graig, em 1918, definiu duas classes para categorizar as marionetas: marionetas redondas (em que nelas pertencem as marionetas suspensas por cima e as de mão) e marionetas planas/lisas (onde as marionetas de sombra fazem parte) (Leite, 2006). James Juvenal Hayes, em 1930, também, dividiu as marionetas como redondas e planas/lisas, mas subdividiu cada tipo com números de I a VII, conforme a posição do marionetista e do modo de manipulação, surgindo várias variações. Algumas das posições dos marionetistas são lado a lado (exemplo: ventríloquo), dentro (exemplo: esculturas suaves de Mummenschanz), atrás (exemplo: fantoche de sombra), em baixo (exemplo: boneco de vara) e de cima (exemplo: marionetas) (Latshaw, 2012). O esquema apresentado por Luís Leite, adaptado do quadro de classificação de Alexandre Passos, divide as marionetas em três grupos, conforme o tipo de manipulação: Manipulação inferior, intermédia e superior. Para a manipulação inferior as técnicas simples são peanha¹, vareta, marote e luva; para a manipulação intermédia são as marionetas de dedo; e na manipulação superior é varão e fios. Cada tipo de manipulação pode sofrer uma junção de técnicas simples, conforme a complexidade da marioneta (Leite, 2006) (Esquema 1).

¹ Base ou pedestal onde está colocada a marioneta

Mas, atualmente, estas são separadas em fantoches, marionetas e silhuetas, sendo que cada uma pode possuir subcategorias que podem ou não recorrer a diferentes técnicas (Currell, 2014; Latshaw, 2012; Leite, 2006).



Esquema 1 - Modos de separação das marionetas

2.2.1 Fantoches

Os fantoches podem dividir-se em três categorias, os fantoches de dedo, luva e mão (Figura 1).

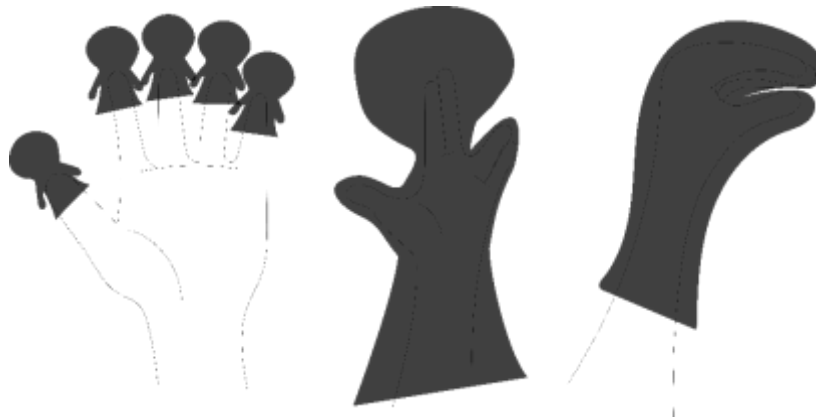


Figura 1 - Fantoche de dedo (esquerda); fantoche de luva (centro); fantoche de mão (direita)

O fantoche de dedo, devido à sua dimensão pode ser facilmente replicado pelos dedos do marionetista, podendo este, manipular até 5 dedos em cada mão do manipulador, sendo cada dedo uma personagem. Por outro lado, um fantoche pode ser manipulado por um conjunto de dedos, nomeadamente com os dedos do indicador e meio para serem as pernas da personagem, sendo presas nos pés do fantoche, o resto do corpo é preso por um elástico no pulso para que esta mantenha a posição vertical, aqui o marionetista pode manipular simultaneamente dois fantoches (Latshaw, 2012).

O fantoche de luva, tal como nome indica, é uma luva que cobre o braço do marionetista até ao cotovelo, o pulso do manipulador representa a cintura do boneco, indicados para ações rápidas e robustas, possui uma estrutura simples, pode ou não conter pernas. Para a manipulação dos fantoches é comum, atribuir os dedos indicador ao controlo do pescoço, o dedo polegar a um dos braços e os dedos anelar e mindinho a outro braço (Currell, 2014; Leite, 2006). No fantoche de mão, também, conhecido como fantoche de boca, apesar de possuir uma estrutura semelhante ao de luva, o marionetista insere a mão toda na cabeça do fantoche, o polegar opera a mandíbula inferior e os restantes dedos a mandíbula superior (exemplo: Punch e Judy). Os braços podem ou não ser controlados, caso não sejam controlados o marionetista pode manipular dois ao mesmo tempo, se os braços forem controlados, o marionetista só pode controlar uma e recorre a varas para a manipulação dos mesmos (Currell, 2014; Latshaw, 2012; Leite, 2006).

2.2.2 Silhuetas

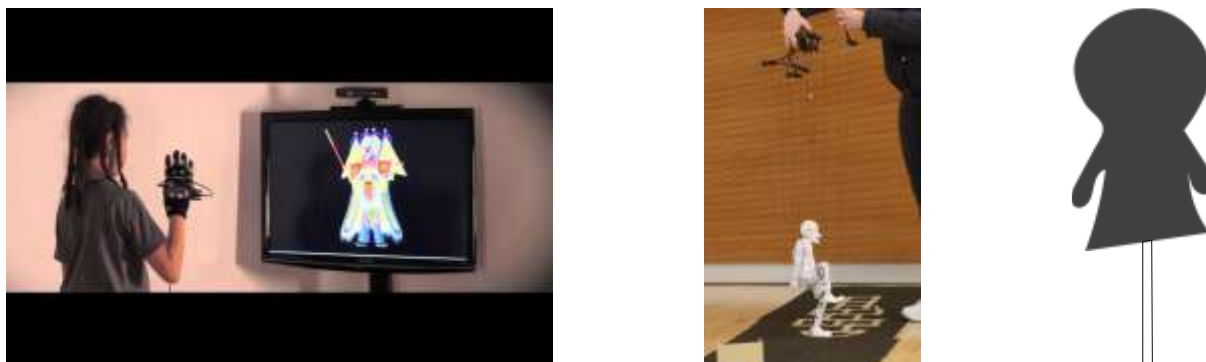
As silhuetas (Figura 2), utilizadas no teatro de sombras, são figuras planas recortadas, iluminadas por uma luz e colocadas sobre uma tela translúcida. Estas figuras são controladas com uma, duas ou até três hastes que se estendem por baixo ou por trás da figura. Um marionetista experiente nestas formas pode controlar dois bonecos de sombra simultaneamente. São indicadas para ilustrar histórias narradas, mas podem ser também usadas para outro tipo de peças (Latshaw, 2012; Leite, 2006).



Figura 2 - Workshop de teatro de sombras

2.2.3 Marionetas

A categoria das marionetas pode ser subdividida em marionetas de vara/haste, de fios e as marionetas virtuais/digitais (Figura 3).



Fonte: (Polyak, 2012)

Figura 3 - Marionetas virtuais (esquerda); workshop de marionetas de fios (centro); marioneta de vara (direita)

As marionetas de vara ou haste variam de complexidade, conforme a quantidade de varas/hastes aplicadas na marioneta, e são estas que a sustentam no ar, podendo ser aplicadas por baixo, por cima ou por detrás da marioneta. Também podem possuir um suporte direto para efetuar movimentos como levantar, rodar, entre outros (Exemplo mais simples: Wayang Golck; exemplo mais complexo: Bunraku). Estas marionetas, frequentemente, possuem cabeça, bloco de ombros, braços, mãos e um manto, mas como são apenas vistas da cintura para cima, não têm corpo nem pernas, caso tenham pernas, estas andam soltas ou são controladas por outro manipulador. A cabeça é presa à haste central para que esta possa girar e, é introduzido um arame rígido ou fio no controlador, caso seja pretendido direcionar a cabeça da marioneta (olhar) para cima, ou para baixo. Para a manipulação da mão, também, são usadas hastes de metal rígido fino. As marionetas Sicilianas são manipuladas por uma de vara superior, ou varão, como as marionetas de fios, como os Bonecos de Santo Aleixo (Currell, 2014; Latshaw, 2012; Leite, 2006).

As marionetas de fio são bonecos articulados com um número de fios variáveis, mas tipicamente apresentam 10 fios que ligam a cabeça, ombros, mãos, joelhos e traseira do boneco. Os “comandos” de controlo para estas marionetas podem ser verticais ou horizontais. Os movimentos são executados quando o marionetista interage com fios

específicos. Podem ter diversos graus de complexidade, sendo que a mais simples requer dois fios, seguindo-se a europeia com cerca de 10 fios, terminando com a chinesa que requer pelo menos 30 fios (Latshaw, 2012; Leite, 2006). Por outro lado, as marionetas digitais/virtuais, que surgem no final do século XX, são controladas por sistemas digitais de rastreamento de movimento do corpo ou das mãos (*motion capture, data gloves*, entre outros) dos marionetistas e possibilitam a manipulação em tempo real, através do mapeamento do corpo dos marionetistas à marioneta digital/virtual.

2.2.4 Perspetivas sobre as marionetas

Existem opiniões distintas de diferentes autores sobre o que é considerado uma marioneta. De acordo com Mark Levenson, para ser considerada uma marioneta, tem de haver um limite no uso da tecnologia para produzir a própria marioneta era limitado e a performance deve ser realizada em tempo real. Esta categoria exclui a animação tradicional e a animação stop-motion, mas inclui os animatronics que fossem controlados ao vivo. (Leite, 2006)

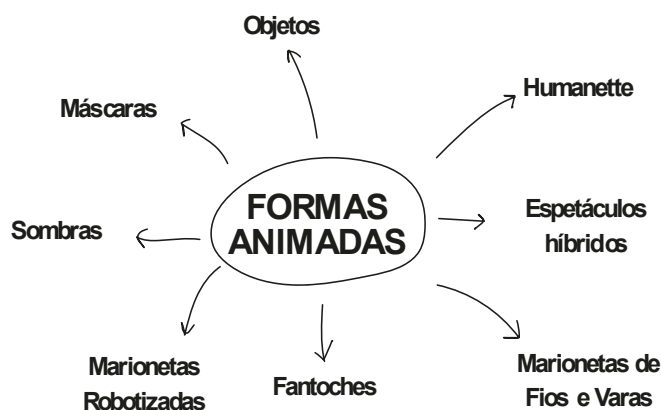
Em 1994, Stephen Kaplin descreve 4 subgéneros desta categoria: a docu-puppetry, o virtual puppetry, a hyper-puppetry e o cyber-puppetry, em que abrange as figuras produzidas por computador, animatronics, técnicas de stop-motion e animação tradicional. Para controlar as marionetas destes 4 subgéneros são utilizadas “variáveis de articulação” (“avatars”), e esses movimentos podem se assimilar a movimentos de marionetas/fantoches físicos: o movimento gestual e o movimento prosaico. O que difere estas marionetas das outras é a necessidade prévia de animar a marioneta para a manipulação. Também se pode gerar movimentos na marioneta recorrendo a técnicas de captura de movimento (“physiognomic analogue” e “movement analogue”).

Já Steve Tillis, propõe outra divisão das marionetas com base em dois aspetos distintos: a natureza do boneco (relacionado com o conceito de tangibilidade) e a relação que tem com o marionetista (ação em tempo real) – marionetas tangíveis e marionetas virtuais. Mas como os bonecos de stop-motion que se enquadram na categoria de marionetas tangíveis, não podem ser controlados em tempo real à frente de um público, Steve Tillis propõe mais uma categoria própria para as marionetas de stop-motion. Com

estas classificações é pretendido uma concordância entre a corrente tradicional e uma corrente mais contemporânea (Leite, 2018).

2.3 Formas Animadas

Existe uma grande variedade de técnicas aplicadas nas formas animadas, desde máscaras a fantoches, passando pelo teatro de marionetas ao filme de bonecos animados. Para além das formas mencionadas anteriormente, também, existem espetáculos híbridos, marionetas robotizadas, teatro de máscaras, teatro de objeto, humanette, mamulengo, ventrículo, entre outros (Esquema 2).



Esquema 2 - Formas Animadas

2.3.1 Espetáculos Híbridos

Estes espetáculos, para além da apresentação presencial, recorre a meios tecnológicos como videomapping, animações em vídeo, projeções animadas, entre outros.

Esta forma animada, no teatro, é, tipicamente, usada para estender as performances e trazer novas experiências ao público, desde a utilização da computação gráfica em tempo real à interação com o público e o marionetista. Nos cinemas e na televisão, são utilizadas marionetas digitais, captura de movimento e, recentemente, motores de jogo para curtas-metragens de animação (Mazalek et al., 2012).

2.3.2 Marionetas Robotizadas

O sistema de uma marioneta robótica é constituído por uma marioneta, mecanismos acionados por diversos tipos de motores (servomotores) complementados por polias, molas, elásticos, entre outras engrenagens e geridos por controladores. Estes sistemas permitem que o boneco produza movimentos complexos e de forma autónoma. Estas ações podem mesmo “desafiar” a gravidade e fazer movimentos aéreos (Chen et al., 2004).

2.3.3 Máscaras

As máscaras gregas estabeleceram-se no auge da civilização do século V a.C., sendo que apenas homens podiam atuar e usar as máscaras no teatro (eram, normalmente, usadas para representar personagens femininos - pois mulheres não eram consideradas cidadãs, nem podiam participar em funções importantes na cidade, e as suas tarefas eram, exclusivamente, tarefas domésticas e a procriação). Eram empregues nos principais em celebrações a Dionísio, deus do vinho, vegetação e fertilidade na mitologia grega, posteriormente foram implementadas em peças teatrais de tragédia (exemplo: a natureza humana e domínio dos deuses sobre os seus destinos) e comédia (exemplo: crítica à política e sociedade de Atenas). De acordo com alguns registos, o dramaturgo grego do século VI a. C., Téspis, foi o primeiro ator do ocidente a usar a máscara (Martins, 2022).

No que toca ao simbolismo das máscaras no teatro, primordialmente, simbolizavam os seres sobrenaturais e antepassados, mas cada cultura tem uma interpretação adaptada às tradições. Por exemplo, no Oriente, as máscaras eram utilizadas em danças sagradas, onde não era identificado o sexo das personagens e estas escondiam a identidade do intérprete, deixando exposto apenas olhos e boca. As máscaras, também serviam como megafone para as pessoas ouvirem melhor os diálogos. Já a civilização egípcia usa este adereço para rituais funerários para o processo de mumificação. Na Grécia, para além das peças de teatro, o uso de máscaras, eram usados em rituais de carácter orgiástico. Os romanos usavam as máscaras de forma semelhante à cultura grega, o que difere é o uso de diversas máscaras por parte de um ator. Na Idade Média

eram empregadas nas festas profanas e nas interpretações misteriosas. No Renascimento foram implementadas nas “farsas”. E retomam o teatro europeu devido à *Commedia Dell’Arte* (Martins, 2022).

2.3.4 Teatro de Objeto

Os personagens são objetos do dia-a-dia que ganham vida para contar a história. Este tipo de teatro procura a relação da pessoa com o objeto inanimado, colocando-o em pé de igualdade com o ator/marionetista. Surge como uma espécie de ritual, desde escutar os objetos até à sua instalação em cena, de modo a retratar contrariedades do universo, da sociedade e do “mundo” interior. O objeto é uma interpretação da visão do mundo exterior e interior, que impulsiona a criação de um espaço de liberdade poética com significado emocional, proporcionando um discurso crítico, biográfico, existencial, político, histórico e/ou documental (dgartes, 2023; Waszkiel, 2019).

2.3.5 Humanette

Esta forma combina o humano com o fantoche, em que a figura passa a ter distorção na cabeça e nas mãos, em que estas são aumentadas, sendo o corpo minúsculo. Cabeça e mãos do marionetista são inseridas em fendas num fundo preto, e o corpo da marioneta é preso no pescoço e nos pulsos, as pernas podem ou não ser animadas (Latshaw, 2012).

2.3.6 Mamulengo

Mamulengo é um teatro tradicional do nordeste do Brasil com características populares, apresentada numa barraca e é praticada por artistas que pertencem ao povo (capacidade monetária baixa). Estes tornam-se nos bonecos na execução da peça, apresentando cenas de fala, dança, discussão e até de morte. As peças possuem vários temas, são improvisadas e vão sendo alteradas conforme a reação do público. A manipulação dos bonecos tende a ser rápida, e se forem personagens primárias estas são fantoches de luva, se as personagens forem secundárias podem ser aplicadas outros tipos de manipulação (Filho, 1966).

2.3.7 Ventríloquo

O boneco de ventríloquo ganha vida e voz devido à ilusão criada pelo manipulador. Antigamente, estes bonecos eram de madeira dura, mas atualmente são feitos de materiais mais macios. Para a manipulação deste boneco é utilizada uma haste que percorre a parte de trás da cabeça até ao corpo. Geralmente, o boneco é sentado no colo do marionetista, e este coloca a mão num buraco presente na parte de trás para colocar em movimento, por exemplo, as sobrancelhas, pálpebras e mandíbula (twinkl, n.d.).

2.4 História e evolução das marionetas

Prevê-se que as origens das marionetas e do teatro de marionetas estejam focadas, especialmente, no Oriente. Há 4000 anos na Índia, a possibilidade de uma pessoa participar numa peça era proibida devido à religião, o que pode indicar o surgimento do teatro de marionetas antes mesmo do teatro efetuado por pessoas. Na China, as marionetas já estavam a ser utilizadas no século VIII d.C..

Já na Europa, os interesses por esta arte provêm das civilizações primordiais do mediterrâneo e do império romano, que durou até a Idade Média, quando o Concílio de Trento proibiu a sua utilização. Posteriormente, na época do Renascimento, as marionetas voltam a ser utilizadas, havendo uma oscilação da sua popularidade até aos dias de hoje. A partir do século XX, presenciou-se uma evolução considerável das técnicas e materiais utilizados nas marionetas, bem como a sua expansão a outros domínios como a televisão e o cinema.

Depois da Primeira Guerra Mundial, verifica-se um crescimento progressivo de popularidade das marionetas, particularmente na década de 50, quando estas surgem na televisão. Este fenómeno permite uma certa renovação, ou mesmo reinvenção da marioneta. As marionetas foram ultrapassadas pelos desenhos animados, pois estes conseguiam fazer coisas que era impossível elas fazer, mas tentaram aplicar essas técnicas de animação nas marionetas (Latshaw, 2012).

Mas este tipo de teatro sobrevive, até aos dias de hoje, devido ao fascínio do ser humano com objetos inanimados “com vida”, e o modo em que envolve o público nas performances (Currell, 2014).

Atualmente, o teatro de marionetas e as marionetas têm se reinventado com a utilização de novos materiais e implementação de novas tecnologias de modo a estimular o interesse da sociedade e mostrar novas perspectivas das mesmas.

2.5 Sistemas e Media Aplicados

Existem diversas tecnologias já aplicadas em teatro de marionetas como media digitais e sistemas interativos, alguns exemplos já foram apresentados nos capítulos anteriores e na próxima secção (Casos de Estudo) são apresentados outros que se relacionam com o projeto.

2.5.1 Casos de estudo

- 1) As técnicas de realidade expandida, como realidade virtual, aumentada e mista, já são utilizadas no teatro de marionetas em diversos contextos, mas este tipo de tecnologia, ainda não tinha sido aplicado ao Teatro Popular de Bonecos do Nordeste - ao Mamulengo. Esta foi exatamente a proposta de cinco estudantes do curso de informática do Cin-UFPE, a aplicação da tecnologia de realidade mista ao Mamulengo criando o projeto MamuLEDs. Do desenvolvimento deste projeto obtiveram pontos fracos e fortes. Entre os pontos fracos encontram-se a fidelidade no rastreamento manual e a falta do feedback no que toca ao toque quando os marionetistas manipulam, causando desconforto. Já nos pontos fortes encontra-se a flexibilidade e as possibilidades desta tecnologia pois permite que, para a criação de espetáculos, haja mais opções de ferramentas. Este projeto é distinto dos bonecos virtuais e dos mamulengos tradicionais (Jácome et al., 2020).



Fonte: (Jácome et al., 2020)

Figura 4 - MamuLEDs

- 2) As tecnologias de rastrear os movimentos das mãos são acessíveis, a nível económico, e permitem o controlo em tempo real de bonecos virtuais. Mas o desenvolvimento de uma interface que seja controlada pela mão apresenta desafios como o mapeamento da mão para um boneco que possui mais graus de liberdade ou de atribuir determinados tipos de gestos. Este foi o ponto de partida para o projeto Mani-Pull-Action, uma aplicação cinematográfica, de animação performativa, onde o marionetista manipula com as mãos uma marioneta virtual. O projeto propõe um modelo ergonómico de mapeamento entre a mão e as articulações da marioneta. Este modelo tem como base os métodos de manipulação tradicionais, bem como a anatomia e a biomecânica da mão, apresentando três níveis distintos de complexidade na manipulação. Os movimentos das mãos são realizados no ar e rastreados por uma interface de visão por computador - LeapMotion. Foi realizada uma experiência em que os participantes testaram os três modelos de mapeamento propostos com sucesso, observando-se que estes, manipulavam as marionetas de forma idêntica a crianças quando brincam com bonecos (Leite & Orvalho, 2017).



Fonte: (Leite & Orvalho, 2017)

Figura 5 - Mani-Pull Action

- 3) A performance Solitária, apresentada no Festival Internacional de Marionetas do Porto, em outubro 2019, consiste no rastreamento do corpo inteiro do marionetista, em tempo real, funcionando como interface de manipulação de elementos gráficos abstratos ou tipográficos, bem como da sua própria representação visual através de silhuetas e rastros. Nesta obra o marionetista encontra-se de frente para o público separados apenas por um tule semi-opaco que sustenta a projeção dos objetos performativos digitais. Esta performance imagina o comportamento de um prisioneiro

numa solitária, explorando a solidão humana, a partir da mente e do corpo (Leite & Anastácio, 2020).



Fonte: (Leite & Anastácio, 2020)

Figura 6 - Solitária

- 4) A Universidade Tecnológica de Nanyang desenvolveu um sistema de marionetas (ROMS) que manipula o boneco com base na mecânica do mesmo. Tinham como objetivo que fosse uma unidade autônoma e que se adaptasse as diferentes marionetas, alterando apenas os movimentos no software. Foram desenvolvidos três sistemas, sendo que os dois últimos foram desenvolvidos em simultâneo e com base no primeiro, alterando o design e o layout do mecanismo. Para reproduzir movimentos versáteis e realistas, basearam-se em três métodos de gerar comportamentos: posturas primitivas, síntese de movimento em várias camadas e a transformação de movimento. O utilizador insere na aplicação Puppeteer a sequência pretendida, especificamente que partes que vão mover a marionete robótica. Esta sequência pode ser produzida ao vivo ou previamente produzida. Os movimentos produzidos pelo sistema podem ser mais complexos, no entanto, se o movimento for mais brusco o sistema não consegue compensar como o marionetista (força e feedback visual), necessita de ser compensado com um algoritmo mais avançado (Chen et al., 2004; Shusong et al., 2010).



Fonte: (Chen et al., 2004; Shusong et al., 2010)

Figura 7 - Robotic Marionette System

- 5) Simon, Roi, James e Stelian apresentam, para a animação robótica de marionetas de fios, uma estrutura computacional que esconde os problemas de manipulação que são desafiadores e variantes conforme as marionetas. O objetivo deste projeto é a utilização de robôs autônomos para a animação de marionetas, mais próxima possível à manipulação executada pelos marionetistas. Tendo em consideração a dinâmica da marioneta e a mecânica do robô (ABB YuMi® IRB 14000 de dois braços do tamanho humano), elaboraram um modelo que utiliza o design da marioneta e do movimento pretendido e o computador calcula as ações que o robô precisa de efetuar, iniciando o movimento desejado da marioneta (Zimmermann et al., 2019).



Fonte: (Zimmermann et al., 2019)

Figura 8 - PuppetMaster

Nesta secção foram apresentados exemplos relevantes para este projeto: os MamuLEDs por apresentar media interativos e tecnologias aplicadas no mesmo tipo de forma animada que está a ser investigado. O projeto Mani-Pull-Action e a peça Solitária demonstram a utilização de media interativos aplicados ao teatro de marionetas. E com Robotic Marionette System e PuppetMaster pretende-se mostrar os sistemas e tecnologias aplicados ao teatro de marionetas.

2.5.2 Projetos Lafontana

A entidade acolhedora apresenta vários projetos na área dos sistemas e media interativos, mas nesta secção vão ser apresentados dois: a Peregrinação e o Prometeu.

Como resposta a um desafio multidisciplinar, a adaptação da obra literária “Peregrinação” em uma peça de teatro de papel aumentado, surge um pequeno estúdio denominado Cinetoscópio. Ao fundir a performance teatral com técnicas cinematográficas, permitiu a fusão do improvisado presente no teatro de marionetas com a linguagem cinematográfica. O sistema utilizado neste projeto pode ser replicado para outras peças. Devido à escala da peça, foi necessário projetar o resultado visual em vídeo numa tela com recurso a várias câmaras, com diversos ângulos, que alternavam entre si, em tempo real. Esta resposta permite ao público ter experiências teatrais distintas numa só peça, pois este pode alternar a visão entre a performance das marionetas no palco ou pela representação virtual na tela (Leite & Lafontana, 2016).



Fonte: (Câmara Municipal de Vila de Conde, 2023)

Figura 9 - Peregrinação

De modo a mostrar a fronteira do teatro com o cinema, e inspirado em Wayang Kulit, teatro de sombras indonésio surgiu uma peça de teatro multimédia denominado como Prometeu. A implementação de técnicas de pós-produção cinematográfica em tempo real como “luma-key”, animação procedimental, produção sonora controlada digitalmente e planos de câmara, conservando a natureza do tradicional teatro de sombras, permitiu ultrapassar os limites físicos impostos pelo teatro de formas animadas. O marionetista, para além de controlar as silhuetas e executar os desenhos na areia, controla os processos mencionados anteriormente. As silhuetas foram construídas em acrílico preto e manipuladas sobre uma mesa retro iluminada, mas para possuir um efeito idêntico ao tradicional, a imagem é capturada por uma câmara de vídeo e projetada sobre uma tela (Leite et al., 2014).



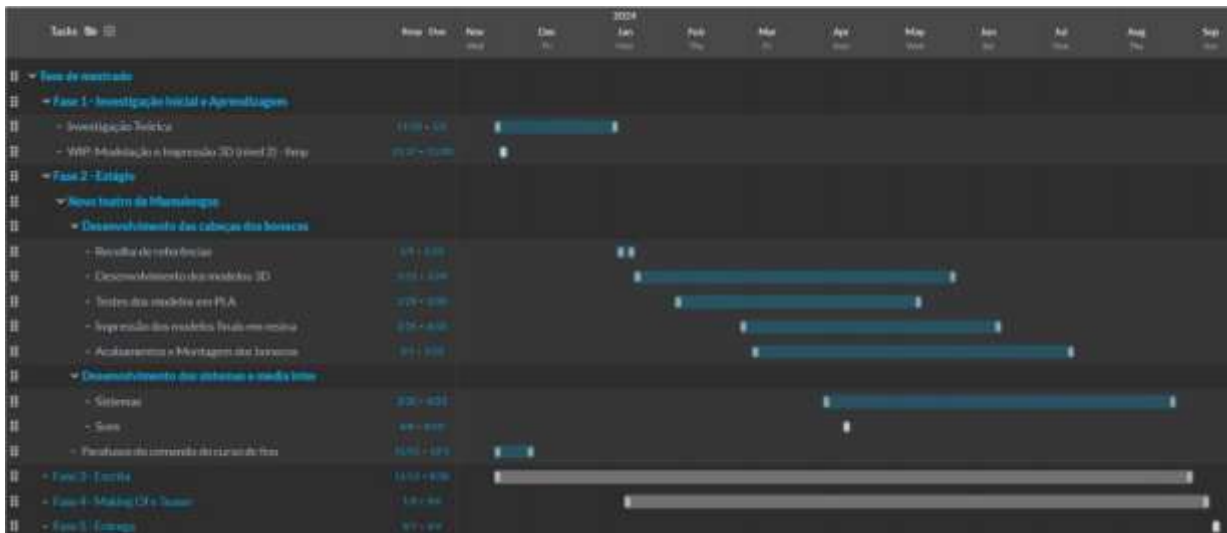
Fonte: (J. P. Martins, 2024)

Figura 10 - Prometeu

3 METODOLOGIA

3.1 Metas e etapas

O projeto de estágio começa pela parte teórica, com o estudo sobre a marioneta. Nesta fase foram analisadas as diferentes técnicas de manipulação e as suas diversas formas animadas, e identificando os aspetos que pudessem contribuir para a sua autonomia. Realizou-se um levantamento de projetos e autores nesta área, bem como a identificação de tecnologias e técnicas que pudessem ser adequadas às exigências definidas durante a pré-produção e discutidas com o marionetista. Logo, nesta fase foram analisados artigos, livros, e participou-se em workshops organizados pelo Festival Internacional de Marionetas do Porto e Lafontana – Formas Animadas. A seguir, na fase 2 - parte prática, desenvolveram-se sistemas interativos para um espetáculo de marionetas, de modo a explorar o conceito de marioneta expandida através da impressão 3D, dos media digitais interativos e da computação física, desenvolvendo casos de estudo. Estes objetos foram alvo de uma reflexão teórica com o intuito de disseminar a experiência, as técnicas desenvolvidas e os resultados obtidos. A terceira fase consistiu no desenvolvimento do relatório. A quarta fase compreendeu o desenvolvimento, pós-produção e conclusão do *Making Of*. Já a última fase corresponde à entrega da tese e apresentação final/defesa. O esquema 3 apresenta o plano de trabalho, separado por fases, com o respetivo tempo de duração.



Esquema 3 - Calendarização das fases do projeto e tarefas

3.2 Proposta de renovação para teatro de Mamulengo

É proposto renovar o teatro de Mamulengo com a introdução de novas funcionalidades (como rodar a cabeça do boneco sem mexer o corpo do mesmo, mexer a boca dos mesmos quando o marionetista está a manipular dois ao mesmo tempo, alterar expressões faciais de personagens, entre outros) e tecnologias (como LEDs, motores, bombas, entre outras) para mostrar novas perspectivas deste teatro tradicional. Em relação à peça do Mamulengo já efetuado pela companhia, o elenco deste espetáculo aumentou, originalmente, tinha sete personagens (Benedito, João Redondo, Vicentão, Polícia, Maria, o Diabo e Cobra) (Figura 1), para este espetáculo acrescentou-se duas personagens a Morte e o Padre Figos (este é a junção de duas personagens do teatro do Nordeste – o Padre e o Papa-Figos).



Figura 11 - Bonecos do Mamulengo Teatro Lafontana

O objetivo é produzir uma peça nova do teatro de Mamulengo, com nove personagens, em que os fantoches possam rodar o pescoço apenas para olhar para o lado, sem mover o corpo inteiro; que mexam a boca ao falar (sempre que possível), que possam ser manipulados com ambas as mãos (ao contrário dos anteriores, que eram manipulados com mãos específicas); e que os bonecos de vara tenham efeitos únicos que não estejam presentes nas outras personagens.

Estas alterações ou adições aos bonecos têm o intuito de expandir a tradição para outros campos, não acabar com a mesma.

3.3 Análise comparativa de recursos

Nesta secção vão ser comparadas as diferentes propostas de software de modelação 3D e microcontroladores para se encontrar o(s) que mais se adequam ao desenvolvimento do projeto.

Foi comparado apenas software utilizado previamente em outros projetos: Rhinoceros (versão 7), Solidworks, Meshmixer, Maya, Mudbox e Blender. Para representar a facilidade de utilização de cada software é utilizada uma escala de 1 a 5 (1- muito difícil, 2- difícil, 3 -indiferente, 4 – fácil, 5 – muito fácil), e para representar se a ferramenta disponibiliza a funcionalidade de otimização do modelo 3D para a impressão é utilizado um visto (✓) e uma cruz (✗).

Tabela 1 - Comparação software 3D

Especificações	Rhino 7	Solidworks	Meshmixer	Maya	Mudbox	Blender
Empresa	McNeel	Dassault Systèmes	Autodesk	Autodesk	Autodesk	Open Source
User Interface	●●●●○	●●●●○	●●●●●	●●●●○	●●○○○	●●○○○
Ideal para:	Arquitetura, Design de Produto e Personagens	Engenharia, Design de produto	Escultura, Reparo de malha de objeto 3D	Design de personagem , Animação	Escultura, Pintura de textura	Escultura, Design de personagem, Animação
Formatos de importação/Expo rtação	.step, .stl, .fbx, .svg, .sldprt, ...	.sat, .dwg, .dxf, .step, .stl, .3dm, ...	.stl, .obj, .ply, .amf, 3mf, ...	.fbx, .obj, .stl, ...	.mud, .fbx, .obj, .stl	.abc, .usd, .obj, .fbx, .ply, .stl, ...
Formatos para impressão 3D	.stl, .obj, fbx, ...	.stl, .3mf e .amf	.obj, .ply, .stl, .amf	.stl, .obj, fbx, ...	.obj, fbx, .stl	.obj, .fbx, .ply, .stl
Otimização para a impressão 3D	✗	✗	✓	✗	✗	✗

Sistemas Operativos	Windows e Mac	Windows e Mac	Windows	Windows, Mac e Linux	Windows, Mac e Linux	Windows, Mac e Linux
Custo	Desde €195 por licença	Desde €45 por ano	Grátis	€2245 por ano	€115 por ano	Grátis

Com base nos resultados apresentados na tabela foi possível definir o conjunto de ferramentas a utilizar no projeto, nomeadamente: o Rhino 7, o Solidworks e o Meshmixer. Este conjunto de ferramentas, apresenta uma interface do utilizador mais acessível; vários formatos de importação/exportação; ferramentas para a modelação de personagens; produção de peças técnicas; otimização e correção do modelo para a impressão 3D.

No que diz respeito aos microcontroladores, foi realizado um levantamento dos principais modelos do mercado com dimensões reduzidas ajustadas ao interior das marionetas: o Arduíno Uno R3, o Arduíno ESP32C3 e o Arduíno Nano ESP32.

Tabela 2 - Comparação de microcontroladores

Especificações	Arduíno Uno R3	ESP32C3	Arduíno Nano ESP32
Microcontrolador	ATmega328P	ESP32-C3 32-BIT RISC-V	ESP32-S3 (UBLOX NORA-W106-10B)
Voltagens	Tensão operacional: 5V; Tensão de entrada (VIN): 7-12V	Tensão operacional: 3.3V; Tensão de entrada (VIN): 5V	Tensão operacional: 3.3V; Tensão de entrada (VIN): 6-21V
Pinos	Digitais: 14; Analógicos: 6	Digitais: 11; Analógicos: 4	Digitais: 14; Analógicos: 8
Corrente	DC por pino de I/O: 20mA	DC por pino de I/O: 40mA	DC por pino de I/O: 40mA
Memória	Flash: 32 KB; RAM: 2KB	Flash: 4MB; RAM: 400KB	Flash: 8 MB; RAM: 512 kB
Velocidade do Relógio	16 MHz	Até 160MHz	Até 240MHz
Conexão	-	Wi-Fi e Bluetooth 5.0	WiFi e Bluetooth
Tamanho	Comprimento: 68.6mm Largura: 53.4mm	Comprimento: 21mm Largura: 17.5mm	Comprimento: 18mm Largura: 45mm
Peso	> 20 g	< 10g	< 10g
Preço (+/-)	€18	€7	€23

O microcontrolador teria de cumprir com os requisitos: pequenas dimensões, leveza, controlo à distância; capacidade de movimentar os mini servomotores e uma bomba peristáltica. Com base na tabela apresenta é possível verificar que o modelo que melhor responde aos requisitos elencados é o Arduíno Nano ESP32.

4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A componente prática iniciou-se com estudos de personagens no teatro de mamulengos, de mecanismos (Figura 12), da dramaturgia de personagens e das lendas do Brasil e Portugal. A seguir, foram desenvolvidos *moodboards* (Anexo D – **Moodboard**) para referência no desenvolvimento da fisionomia dos personagens, seguindo-se da modelação, passando para a impressão 3D finalizando com a montagem das figuras.

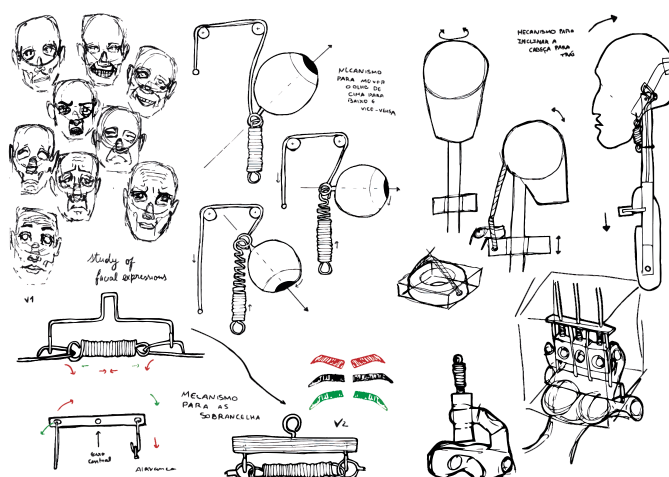


Figura 12 - Estudos de mecanismos

As personagens desenvolvidas pertencem a três planos: humanos, animais e o sobrenatural – seis personagens humanas (Polícia, Padre Figos, Vicentão, João Redondo, Benedito, Maria); dois personagens sobrenaturais (Diabo e Morte) e um animal fantástico (Cobra).

A personagem principal das histórias no teatro do Mamulengo é o João Redondo, um anti-herói, que apresenta valores amorais. As personagens humanas representam personalidades que pretendem criticar os aspetos negativos da sociedade. Como, o Padre Figos critica os abusos da igreja e a imposição de valores religiosos a outros indivíduos, o Vicentão critica a resolução de problemas com violência, o Polícia critica o abuso de autoridade e a corrupção, a Maria critica alguns aspetos de família conservadora, mais especificamente o casamento e o Benedito critica o “super-herói” (aquele que faz tudo sem erros, o ser perfeito). As restantes personagens representam estereótipos das personagens fantásticas, o Diabo disfarça-se de advogado para enganar os humanos (“Advogado do Diabo”), a Cobra é o animal de estimação do Diabo e a Morte recolhe as almas das personagens que “morrem”.

Todas as personagens são fantoches de mão, exceto o Diabo e a Maria, que são bonecos de vara.

4.1 Personagens

4.1.1 Cabeças, corpos e mãos

Para o desenvolvimento da modelação das personagens, começou-se por criar uma cabeça base (Figura 14) para verificar o tamanho médio das cabeças das personagens e o encaixe para o pescoço, e por modelar as cabeças das personagens humanas e sobrenaturais.

Foram testados vários métodos de desenvolvimento da modelação das personagens no Rhino, mas o workflow aplicado a maioria delas e que demonstrou ser mais eficiente é representado pela seguinte ordem de ações: 1) criação de formas orgânicas (SubD); 2) simplificação da geometria (QuadRemesh), que transforma o modelo SubD em malha; 3) extrusão da malha em 2 milímetros (espessura mínima para o material manter sua forma quando submetido a choques e manter as cabeças leves); 4) transformação da malha em polígono (ToNurb); 5) criação encaixe do pescoço na cabeça; 6) junção dos olhos das personagens à cabeça; 7) exportação de cada cabeça, em ficheiros individuais, no formato .stl binário; 8) abertura dos ficheiros no Meshmixer para reparar e esculpir detalhes finais; 9) abertura no software de impressão 3D para imprimir.

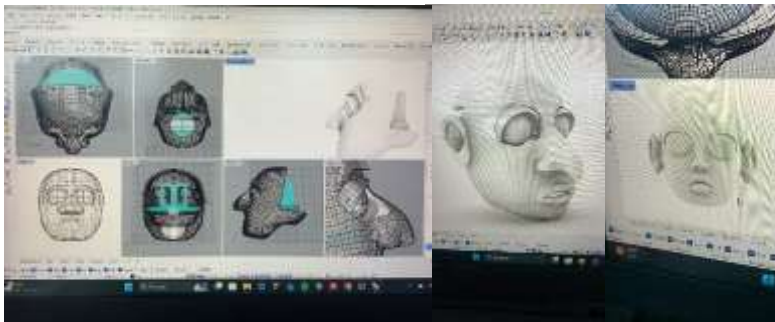


Figura 13 - Modelação das personagens



Figura 14 - Modelação do segundo modelo base

O processo de modelação 3D foi acompanhado de testes de impressão 3D em PLA (ácido polilático) procurando atingir os melhores resultados (Figura 15). Este processo iterativo foi fundamental para testar as propriedades dos materiais e das formas, pois a produção deste tipo de marionetas exige um certo nível de resistência e robustez. Exemplo deste processo iterativo foi o da produção das cabeças, tendo iniciado os primeiros testes com 2 milímetros de espessura (Figura 16), mas percebeu-se que nas cabeças, para ter resistência ao impacto, teriam de ter no mínimo 5 milímetros de espessura. Consequentemente, o aumento da espessura tornava as cabeças pesadas e reduzia o espaço indicado para implementar mecanismos e componentes eletrónicas.



Figura 15 - Testes em PLA de cabeça, pescoço e mãos



Figura 16 - Primeiro modelo da cabeça base

Desta forma foi necessário procurar materiais alternativos, nomeadamente a resina. A resina Grey Pro da Formlabs pareceu o material mais ajustado por ser um material resistente ao calor, leve (se não for uma peça fechada) e versátil para diferentes aplicações. Em comparação com o PLA, esta resina é mais leve, mas, quando submetida ao impacto, comportava-se como o PLA, se a espessura fosse menor quebrava facilmente. Desse modo, iniciou-se uma pesquisa por materiais leves e resistentes ao impacto e nela destacou-se o material denominado por Durable Resin, uma resina epóxi, também da Formlabs. Quando submetido a testes, como quedas de cerca 8 metros, esta resina demonstrou ser um material flexível, resistente e leve, com características semelhantes ao PE (polietileno) e POM (Polioximetileno), o que permitiu manter a estrutura do material, o que possibilita integrar mecanismos e componentes elétricas na cabeça dos bonecos, sem causar danos ao receber golpes. Um aspeto a realçar neste material, é que depois de curado, quando submetido novamente a calor torna-se

maleável, o que, por um lado, pode ser um aspeto positivo, mas, por outro, pode ser um aspeto negativo.

Para imprimir este material foi usado a técnica por DLP (processamento digital de luz).



Figura 17 - Impressão em resina e cura do material

As mãos das marionetas foram adaptadas de modelos já existentes do Thingiverse² a uma base construída à medida da mão do marionetista e que pudesse ser usado em ambas as mãos, pois os atuais bonecos só podem ser usados em mãos específicas (Figura 18). Nas mãos do Diabo e da Maria, juntaram-se estruturas de anéis já existentes do Thingiverse, adicionando-se umas pedras^{3 4} à estrutura do anel⁵ do diabo para completá-lo; na mão do padre, foi adicionado um livro para simular a Bíblia.⁶

² <https://www.thingiverse.com/thing:3923735> (Visto: 28 de março 2024)

³ <https://www.thingiverse.com/thing:28377> (Visto: 29 de março 2024)

⁴ <https://www.thingiverse.com/thing:379105> (Visto: 29 de março 2024)

⁵ <https://www.thingiverse.com/thing:3907984> (Visto: 29 de março 2024)

⁶ <https://www.thingiverse.com/thing:4598648> (Visto: 1 de abril 2024)



Figura 18 - Testes das mãos em PLA (esquerda); comparação de tamanhos (meio); remoção do material de suporte em resina (direita)

Para desenvolver a cobra, começamos por desenvolver o corpo, que é inspirado em armaduras de escamas metálicas, mas o metal é extremamente pesado para esse tipo de projeto. Como alternativa pensamos replicar estas escamas metálicas em PLA. Após a realização de múltiplas pesquisas e testes obtiveram-se bons resultados com poliéster e tule (Figura 19 e Figura 20), tendo como referência o trabalho de Yvo de Haas⁷, e resultados positivos foram obtidos com poliéster.



Figura 19 - Teste PLA em poliéster



Figura 20 - Teste PLA em tule

Isso alterou a escala e a quantidade das escamas e foram impressas em PLA tricolor (amarelo, verde e roxo) (Figura 21). O corpo foi impresso em cinco partes e posteriormente unidas com ferro de engomar e cola de epóxi (Figura 22).

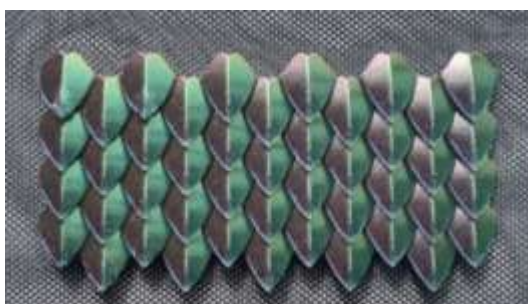


Figura 21 - Escamas impressas em PLA tricolor

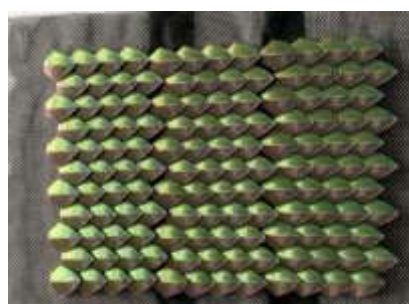


Figura 22 - Partes do corpo unidas

⁷ <https://ytec3d.com/3d-printed-flexible-dragon-scales/> (Visto: 1 de março 2024)

Para dar continuidade ao corpo, a cabeça também foi produzida no mesmo material (Figura 24), tornando-a a cabeça mais pesada do conjunto. A cabeça da Cobra foi desenvolvida a partir de dois modelos existentes, as escamas utilizadas no corpo e uma cabeça de dragão⁸ do Thingiverse. Estes modelos sofreram modificações, como reforço do eixo de abertura da boca, espaços respectivos para colocar as mãos, prender o corpo e colocar o sistema que recria o fumo a sair das narinas da cobra (Figura 23). Usou-se um modelo da cabeça de dragão e não uma cabeça de cobra devido a como estas são descritas em lendas e mitos.



Figura 23 - Modelação da personagem Cobra



Figura 24 - Partes da personagem Cobra impressas

4.2 Mecanismos

Como a personagem Diabo engana outras personagens, mostrando-lhes algo que não é, foi decidido que ele teria duas faces. Por isso, inspirado nos bonecos Bunraku, foi desenvolvido um sistema para que o boneco possa mudar de rosto (Figura 26). As diferenças entre o boneco Diabo e os bonecos Bunraku são os mecanismos. No Bunraku, a boca, os olhos e os chifres mudam ao mesmo tempo, enquanto no Diabo a boca pode se mover independentemente dos olhos e dos chifres. Quando os olhos do diabo rodam, permitem que os cornos, escondidos dentro da cabeça, subam e sejam revelados ao público. Primeiro foi desenvolvido um protótipo 2D, com recurso a corte a laser (Figura 25) para testar os mecanismos e verificar distâncias; com base nisso, foi feita a

⁸ <https://www.thingiverse.com/thing:873876> (Visto: 1 de março 2024)

modelação 3D da cabeça da personagem Diabo. A personagem Maria compartilha o mesmo mecanismo do Diabo para abrir a boca, pois também é uma boneca de vara.

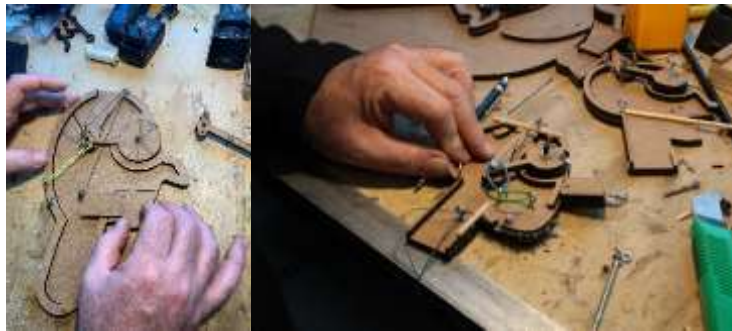


Figura 25 - Testes em 2D



Figura 26 - Cara humana (esquerda); caro diabo (direita)

Para as personagens fantoches, foi desenvolvido um pescoço giratório, controlado por dois dedos (em vez de um), para que a personagem possa mover a cabeça para os lados sem mover todo o corpo da personagem. Isto permitiu uma ergonomia e conforto na manipulação. Começou-se por testar rolamentos PLA⁹ da Thingiverse, mas como o material pretendido era ABS ou resina, por ser mais resistente, começámos a testar com estes materiais, mas os modelos nunca ficavam corretamente impressos. Nesse caso, utilizou-se um dos rolamentos que teve sucesso em PLA (Figura 27) e modificou-se o modelo, ajustando o tamanho e a quantidade dos pinos, até que se obtiveram resultados positivos no ABS (Figura 28) e resultados negativos em resina. Terminada a modelação, o modelo é analisado e os últimos detalhes são efetuados, tal como foi feito nas cabeças das outras personagens. O mecanismo de movimentação da boca da marioneta está

⁹ <https://www.thingiverse.com/thing:2349065> (Visto: 21 de fevereiro 2024)

integrado neste pescoço, permitindo que a boca se mova sem que seja necessário perder o movimento de uma das mãos da marioneta (Figura 29).



Figura 27 - Impressão do pescoço em PLA e comparação de tamanhos



Figura 28 - Pescoço em ABS



Figura 29 - Teste da marioneta na mão do marionetista

A emoção do Polícia é produzida através do movimento de suas sobrancelhas. Inicialmente, a personagem iria demonstrar três expressões faciais que correspondiam a emoções – admiração, neutro e zangado, recorrendo a um sistema eletrônico, sendo que a expressão pré-definida é a expressão natural, o circuito servia para mudar a expressão facial para as outras duas. Começou-se por fazer um protótipo em cartão para testar o mecanismo e perceber onde aplicar as componentes (Figura 30).



Figura 30 - Expressões: surpreso (esquerda); normal (meio); zangado (direita)

Foi criada uma base, para ficar alojada na cabeça do boneco que suportaria alguns componentes (o Arduino e o mini servomotor). Com inspiração no próprio processo de impressão 3D, a base tinha a forma de uma rede para fornecer estrutura e resistência. Além disso, permitia reduzir o peso da cabeça da personagem e passar cabos conectados a componentes eletrônicos localizados na roupa ou na zona de manipulação do marionetista.

O circuito seria composto por duas resistências, dois botões (cada representa uma emoção), um mini servomotor, Arduino Nano ESP32 e uma fonte de alimentação (duas pilhas botão de 3V colocadas em série). O Arduino e o motor iriam ser localizados na cabeça, a fonte de alimentação seria presa à roupa e os botões na palma da mão do marionetista. Mas, a aplicação desses componentes não se justificavam, por existir um mecanismo manual que fazia a mesma função e este é mais leve, e apesar de perder-se uma das expressões, optou-se por este meio de manipulação. O mecanismo manual é semelhante ao mecanismo da boca (Figura 31), mas este faz girar as sobrancelhas, o que permite ter apenas, duas expressões faciais, a zangada e a admirada.



Figura 31 - Mecanismo das sobrancelhas

4.3 Sistemas eletrônicos

Duas personagens (Morte e Maria) dos nove bonecos desenvolvidos para esta pesquisa apresentam componentes eletrônicos.

Inicialmente para a morte foi pensado um sistema com arduino, mas como era só acender e apagar as luzes simplificou-se o sistema para algo semelhante usado para acender e apagar candeeiros. Na Morte, um circuito simples foi implementado na cabeça,

para iluminar os olhos. O circuito consiste em dois LEDs de 3 mm de diâmetro, posicionados nos olhos da personagem, uma resistência de 15Ω , que permite maior intensidade de luz, um interruptor, para acender e apagar os LEDs, e uma bateria de 3V, para alimentar o circuito (Figura 32 e Figura 33).



Figura 32 - Personagem com circuito

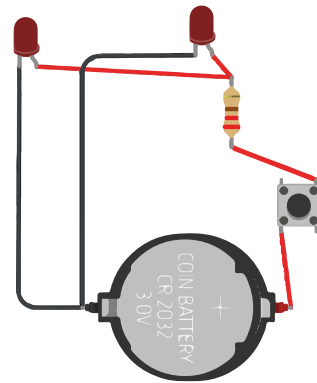


Figura 33 - Circuito da personagem Morte

Inspirado no conhecido mito infantil de que os bebês surgem a partir de um beijo, desenvolveu-se o sistema que faz crescer a barriga da marioneta Maria (Figura 34), simulando uma gravidez quando ela “beija” a personagem João Redondo. Como esta marioneta é de vara, o sistema é posicionado na lateral da vara. Inicialmente, o sistema eletrônico iria ser semelhante ao do Polícia - composto por duas resistências, dois botões, um atuador linear ou bomba peristáltica, Arduino Nano ESP32 e uma fonte de alimentação (pelo menos, duas pilhas botão de 3V colocadas em série). O sistema foi alterado para uma pequena bomba de enchimento – Zero Pump da Flextail, e um insuflável.



Figura 34 - Personagem Maria (esquerda); personagem Maria "grávida" (direita)

O mecanismo usado para mover os olhos do diabo, é neste caso utilizado para manipular a boca da Boneca. Do outro lado da vara, está alojada a bomba, com o botão direcionado para fora. Para o insuflável, foram feitos vários protótipos em um tecido tipo lona e papel para testar as dimensões e o formato (Figura 35).



Figura 35 - Protótipos da barriga

Os esquemas inicialmente foram desenvolvidos no Tinkercad que possibilita a simulação dos algoritmos de programação e dos esquemas indicados para cada uma das marionetas. E estes esquemas foram replicados e aplicados nos respectivos fantoches.

4.4 Sons

Os sons desenvolvidos para o projeto servem para anunciar um momento específico de determinada personagem ou amplificar ruídos produzidos pelos bonecos. Numa primeira fase, foram definidos sons apenas para duas personagens, nomeadamente o apito mortal asteca para a marioneta Morte e o som da cascavel para a marioneta Cobra.

A gravação do som foi feita em estúdio utilizando o microfone Yeti Pro Studio e o software de edição de áudio Audacity. Para tornar o som mais límpido foi aplicado um filtro de redução de ruído.

Existem vários modos para o marionetista acionar os sons e a forma que se mostrou mais eficiente, apesar de pouco ortodoxa, foi a de ativar os sons com o nariz do marionetista. As mãos estão indisponíveis pois encontram-se a manipular os bonecos, os pés poderiam ser uma opção viável, recorrendo a um pedal, mas como os espetáculos de

mamulengo podem ser realizados em diversos locais, como na praia, é necessário evitar colocar equipamentos na areia, logo, o nariz surge como uma opção natural. O som é então transmitido por uma coluna localizada fora da tenda onde a peça é apresentada.

CONCLUSÃO

Com este projeto procurou-se determinar se a introdução de tecnologias emergentes em marionetas tradicionais poderia ampliar a sua expressividade sem as descaracterizar. Para isso, foi desenvolvido um projeto no âmbito de um estágio, utilizando-o como caso de estudo. O projeto envolveu o desenvolvimento de nove marionetas em 3D equipadas com mecanismos eletromecânicos, com o intuito de renovar uma peça de teatro de mamulengo. Foi realizada uma investigação sobre os fundamentos do teatro de marionetas e efetuado um levantamento de trabalhos que aplicam tecnologias emergentes a este tipo de teatro. Na componente prática, foi adaptada uma peça popular de marionetas com a aplicação de tecnologias emergentes. Neste sentido, realizou-se um estudo comparativo de potenciais tecnologias a aplicar a marionetas e desenvolveram-se personagens materializadas em bonecos impressos em 3D, equipados com mecanismos e eletrónica para aumentar a sua flexibilidade de manipulação".

Em termos gerais, os objetivos propostos inicialmente foram atingidos, mas durante o desenvolvimento prático, identificou-se a necessidade de ajustar algumas das propostas iniciais, bem como de redefinir certos objetivos. Um exemplo disso é o objetivo de controlo à distância, que se revelou inadequado para o teatro de Mamulengo, dada a sua natureza de proximidade e contacto direto com o marionetista. Além disso, surgiram algumas limitações relacionadas com o peso dos bonecos e dos componentes e mecanismos utilizados, o que exigiu uma reflexão crítica e a reavaliação das abordagens adotadas, levando à implementação de soluções alternativas, como a substituição de certos mecanismos eletrónicos por componentes mecânicos manuais. De igual modo, deparou-se que seria necessário proceder a ajustes em algumas marionetas, como no caso da personagem Morte. Os LEDs aplicados aos olhos do boneco tiveram de ser substituídos por modelos de maior potência, de forma a garantir um impacto visual adequado em ambientes exteriores com elevada luminosidade, o que exige também a

adoção de uma fonte de alimentação com maior capacidade. E na personagem Maria, conseguiu-se criar o sistema como pretendido, mas não se conseguiu obter o insuflável final para a barriga, pois, em Portugal, não há produtores para insufláveis pequenos.

Em resposta à questão de investigação – se a implementação de meios digitais contribui para uma maior autonomia da marioneta sem a descaracterizar – a resposta é não é linear, depende do contexto e do objetivo, se por um lado a introdução de media interativos pode contribuir para uma maior autonomia da marioneta incrementando a sua expressividade (particularmente na face), libertando o marionetista para os movimentos corporais. Por outro lado, pode a sua utilização forçada, pode produzir ruído e dispersão comprometendo a coerência da peça, particularmente quando estes sistemas são aplicados a movimentos corporais que exigem naturalidade e onde os movimentos corporais mecânicos são evidenciados. A utilização adequada de componentes digitais pode conferir às marionetas características semelhantes às dos desenhos animados, potenciando efeitos visuais e expressivos únicos, sem necessariamente comprometer a sua essência tradicional.

Este projeto mostrou como é possível adotar meios de manipulação inovadores recorrendo a tecnologias emergentes e novos materiais para o universo das marionetas mais tradicionais, em particular para os fantoches e marionetas de vara. Além disso, os mecanismos e materiais aqui apresentados podem ser aplicados em outras áreas que não no teatro das formas animadas.

5.1 Considerações finais e perspetivas futuras

No final do projeto surgiu a oportunidade de participar num encontro de investigadores, marionetistas e especialistas na arte das marionetas, com a presença do Mestre Mamulengo Chico Simões.. Durante esta discussão, foram abordados temas relevantes como a renovação das marionetas no contexto deste teatro e a presença de elementos de violência no teatro tradicional de marionetas. Em um momento específico, Chico Simões expressou a sua discordância em relação à inovação profunda ou radical das marionetas tradicionais, argumentando que tal prática não está alinhada à tradição. De acordo com Simões, a transmissão de conhecimentos entre novos e antigos mestres é uma prática comum, e as marionetas tradicionais são produzidas com materiais

naturais ou reciclados. Contudo, na minha perspetiva, a introdução de novos bonecos e a utilização de materiais mais resistentes e duradouros oferecem novas perspetivas à tradição. Tal inovação não resulta na estagnação da tradição, mas antes contribui para a sua evolução em consonância com as exigências dos tempos contemporâneos.

Neste estágio foi possível aplicar conhecimentos adquiridos durante a licenciatura (desenvolvimento de produto, ergonomia e modelação 3D) e o mestrado (modelação de personagens, edição de áudio e sistemas interativos), bem como melhorar as *soft skills* ao trabalhar com uma equipa de profissionais de diversas áreas. O estágio também possibilitou a aplicação prática da criatividade e do pensamento crítico. Além disso, proporcionou a aquisição de conhecimentos em áreas complementares, como dramaturgia de personagens, mecanismos, pintura de marionetas, eletrónica, e lendas e mitos de Portugal e do Brasil, entre outros. Também, evidenciou que o teatro de formas animadas é uma interseção de várias disciplinas, resultando na criação de marionetas.

Relativamente às perspetivas futuras, o trabalho desenvolvido durante o estágio suscita o interesse em prosseguir com a investigação da proposta original de aplicação de componentes eletrónicos em marionetas de fios e controlo à distância.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Câmara Municipal de Vila de Conde. (2023, January 27). *Dança e Teatro em destaque no último fim de semana de janeiro*. <https://www.cm-viladoconde.pt/comunicacao/gabinete-de-comunicacao/noticias/noticia/danca-e-teatro-em-destaque-no-ultimo-fim-de-semana-de-janeiro>
- Chen, I.-M., Shusong, R. T., Song, X., & Yeo, H. (2004). *Marionette: From traditional manipulation to robotic manipulation*.
- Currell, David. (2014). *Puppets and Puppet Theatre*. Crowood.
- dgartes. (2023, January 10). *Processos criativos inspirados na linguagem do teatro de objetos e das formas animadas*. <https://www.dgartes.gov.pt/pt/noticia/5994>
- Filho, H. B. (1966). *Fisionomia e Espírito do Mamulengo (o teatro popular do nordeste)*. <https://bdor.sibi.ufrj.br/handle/doc/380>
- Jácome, J., Oliveira, M., Alvim, F., Teichrieb, V., & Ramalho, G. (2020). MamuLEDs: Mixed Reality meets Mamulengo. *Journal on Interactive Systems*, 11(1), 12–26. <https://doi.org/10.5753/jis.2020.771>
- Lafontana - Formas Animadas. (n.d.). *A COMPANHIA*. <https://www.lafontana.pt/companhia>
- Latshaw, G. (2012). *The complete book of puppetry*. Dover Publications.
- Leite, L. (2006). *Marionetas virtuais : animação interactiva em tempo real* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/12444>
- Leite, L. (2018). *Virtual Marionette Interaction Model for Digital Puppetry*.
- Leite, L., & Anastácio, A. (2020). Solitária-Gestural Interface for Puppetry Performance. *International Conference on Live Interfaces (ICLI), Trondheim, Norway*.
- Leite, L., & Lafontana, M. (2016). Digital teatrograph: Cinematographic puppetry. *AltMM 2016 - Proceedings of the 1st International Workshop on Multimedia Alternate Realities, Co-Located with ACM Multimedia 2016*, 3–8. <https://doi.org/10.1145/2983298.2983303>
- Leite, L., Lafontana, M. L., & Artísticas, P. (2014). Prometeu-Ilusão em Tempo Real. *Proceedings of the 5th International Conference of Cinema – Art, Technology, Communication of Avanca*.

- Leite, L., & Orvalho, V. (2017). Mani-pull-action: Hand-based digital puppetry. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 1(EICS). <https://doi.org/10.1145/3095804>
- Martins, D. (2022, January 31). *Máscaras de teatro: origem, simbolismo e representação no teatro grego*. <https://segredosdomundo.r7.com/mascaras-de-teatro/>
- Martins, J. P. (2024). *Prometeu*. https://www.facebook.com/photo.php?fbid=7167217139983505&set=a.7167240379981181&type=3&mibextid=WC7FNe&rdid=r6nv7OgxSKMnxu8x&share_url=https%3A%2F%2Fwww.facebook.com%2Fshare%2FRDFKGX8wqamhFRF%2F%3Fmibextid%3DWC7FNe
- Mazalek, A., Nitsche, M., Rébola, C., Clifton, P., Wu, A., Poirier, N., & Peer, F. (2012). *Pictures at an Exhibition: Design of a Hybrid Puppetry Performance Piece*. 130–143. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33542-6_12i
- Polyak, E. (2012, November 30). *Virtual impersonation using interactive glove puppets - Emil Polyak, Siggraph Asia 2012* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=dXiafvgxmd4>
- Shusong, I.-M. C., Song, X., & Yeo, H. (2010). *Robotic Marionette System: From Mechatronic Design to Manipulation*. <https://ieeexplore.ieee.org/document/1708627>
- twinkl. (n.d.). *Puppet*. <https://www.twinkl.pt/teaching-wiki/puppet>
- Waszkiel, H. (2019). Theatre of the Animated Form. *Móin-Móin - Revista de Estudos Sobre Teatro de Formas Animadas*, 2(21), 222–235. <https://doi.org/10.5965/2595034702212019222>
- Zimmermann, S., Poranne, R., Bern, J. M., & Coros, S. (2019). PuppetMaster: Robotic animation of marionettes. *ACM Transactions on Graphics*, 38(4). <https://doi.org/10.1145/3306346.3323003>

ANEXOS

Anexo A – Desenhos Técnicos

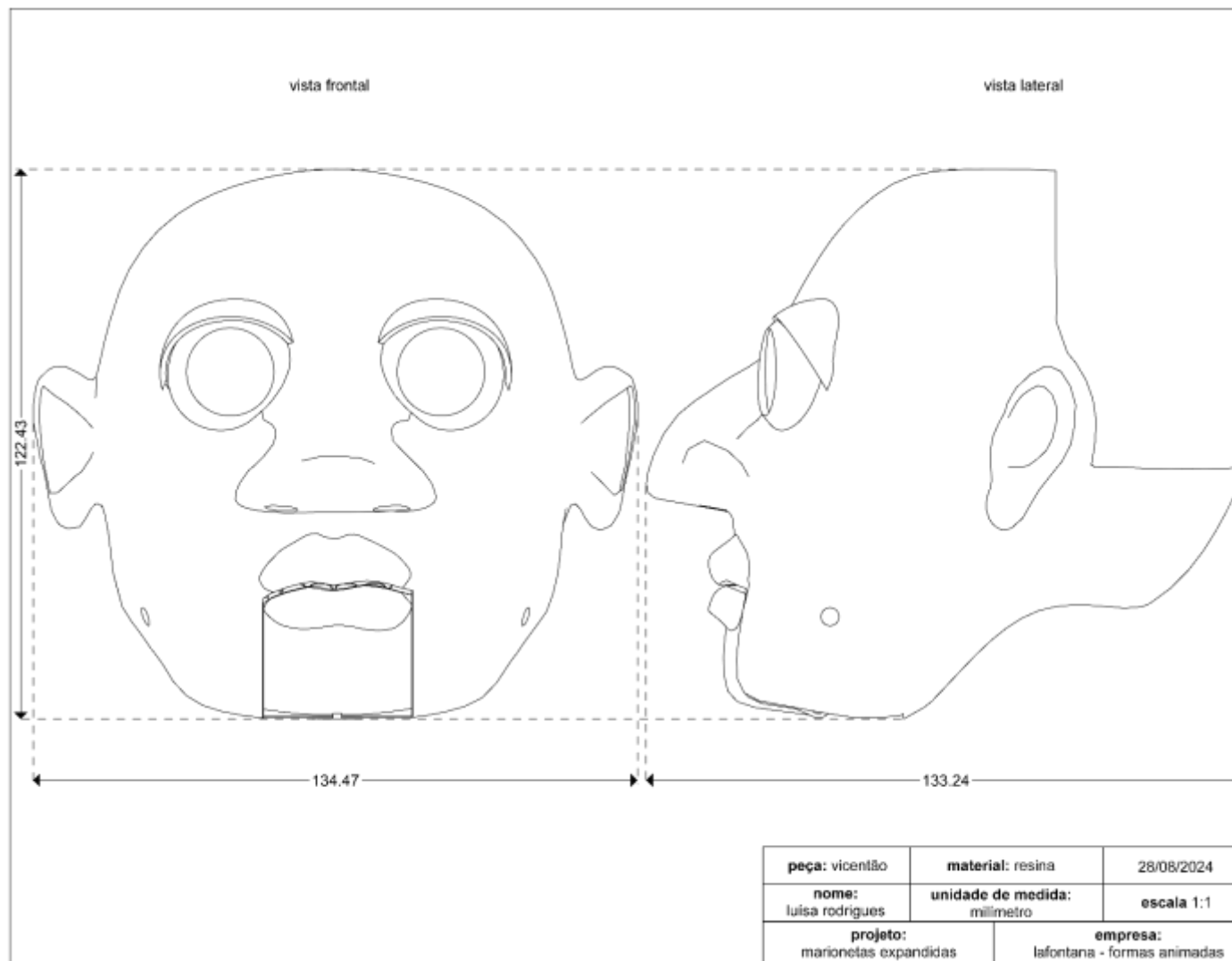


Figura 36 - Desenho técnico Vicentão

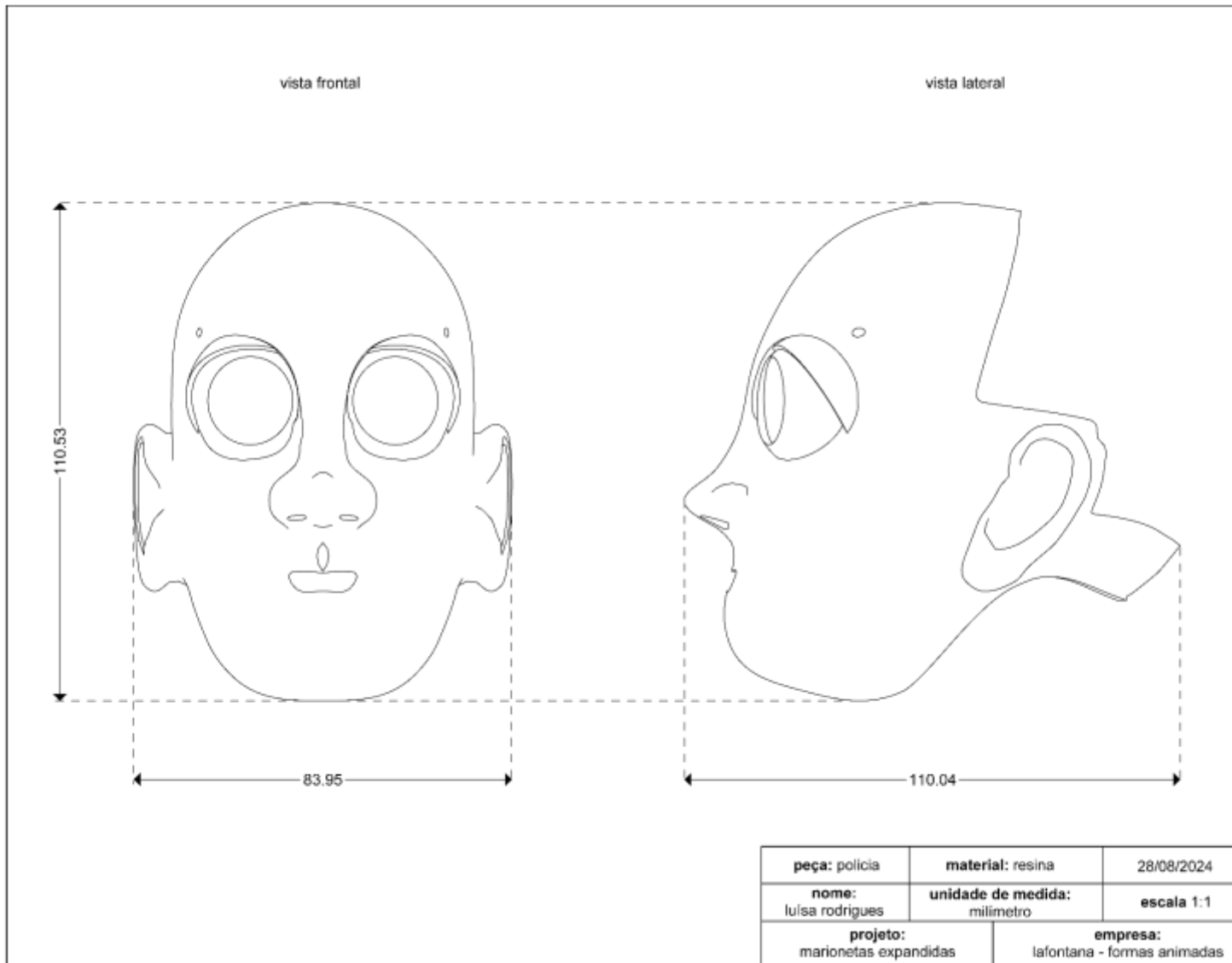


Figura 37 - Desenho técnico Polícia

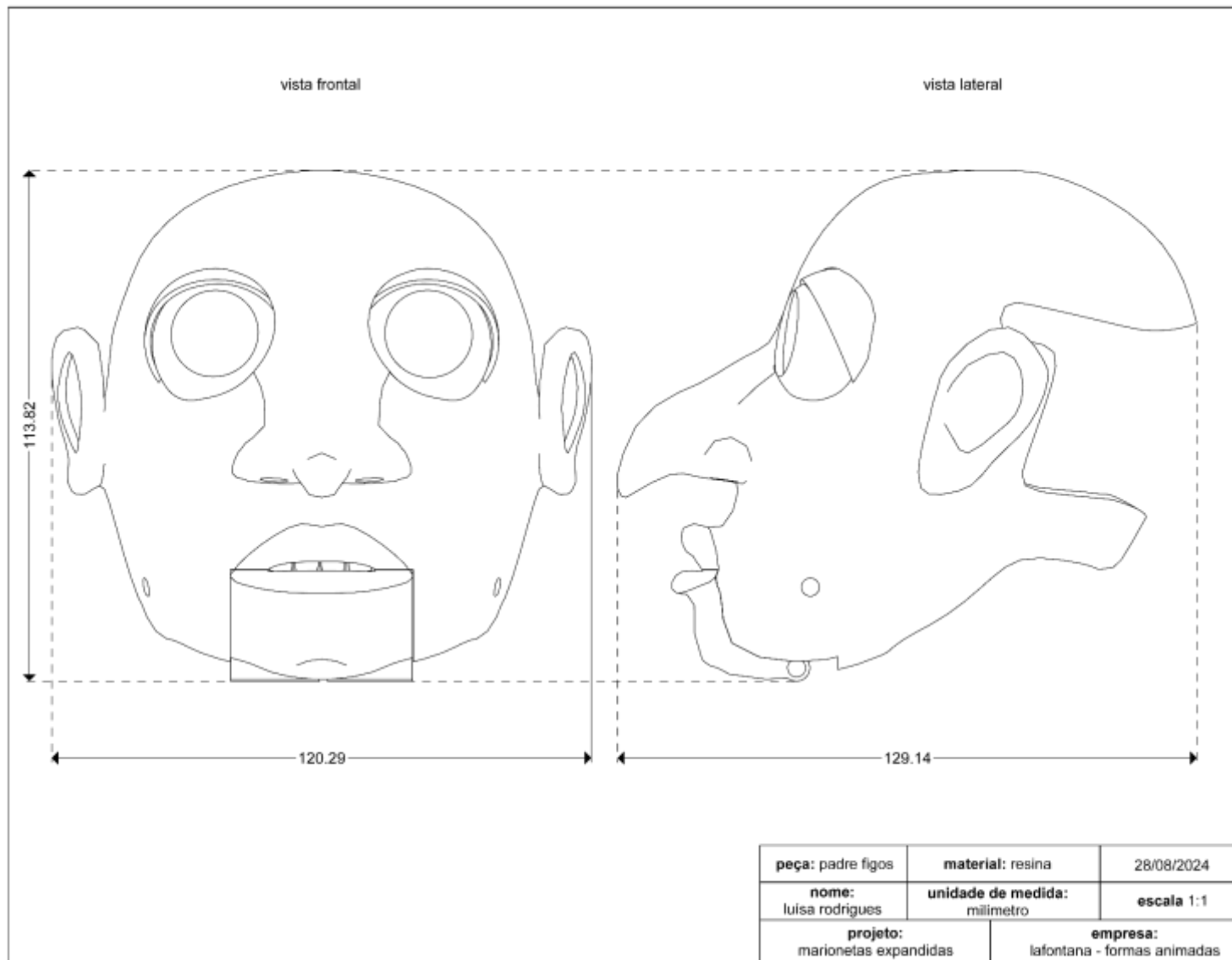


Figura 38 - Desenho técnico Padre Figos

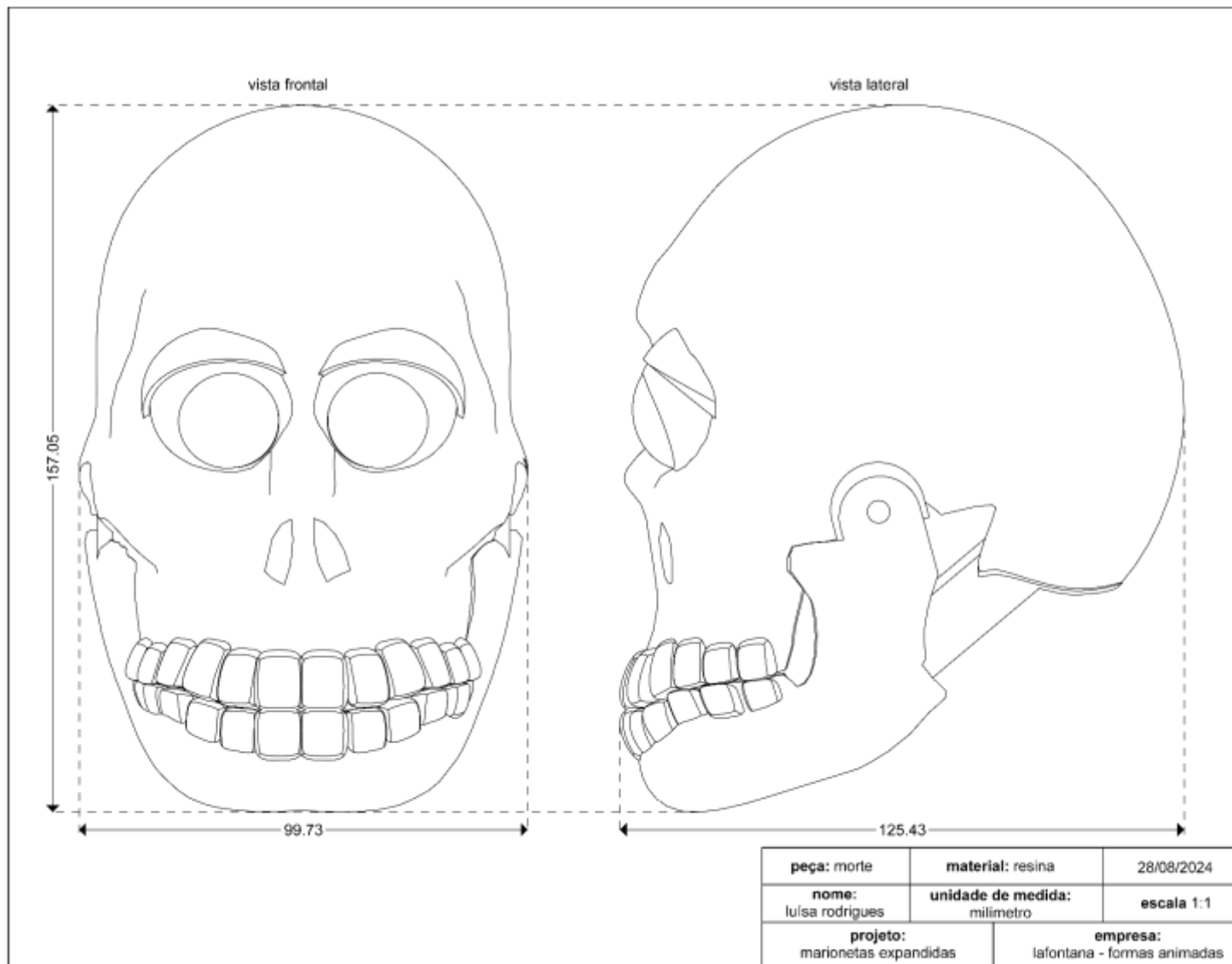


Figura 39 - Desenho técnico Morte

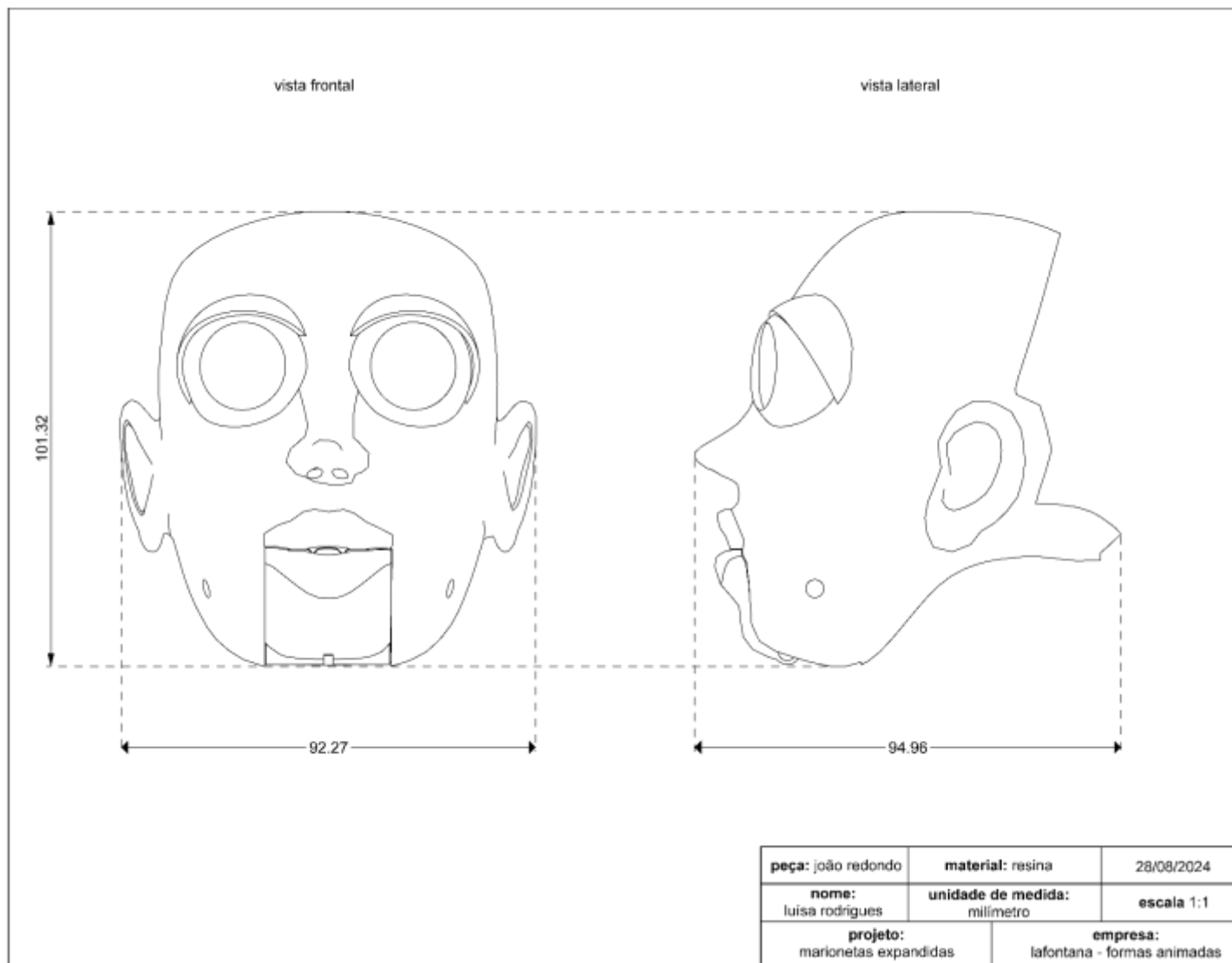


Figura 40 - Desenho técnico João Redondo

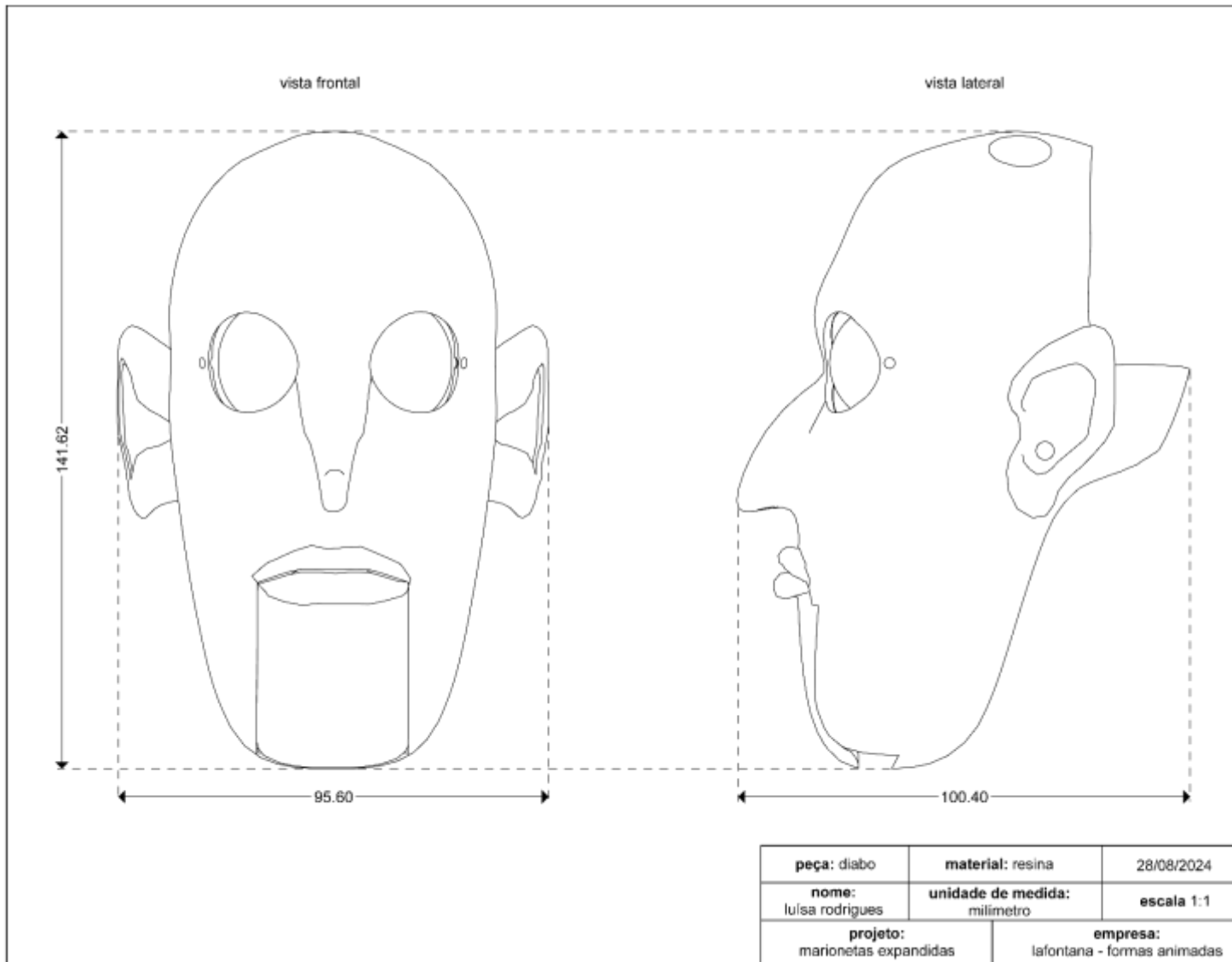


Figura 41 - Desenho técnico Diabo

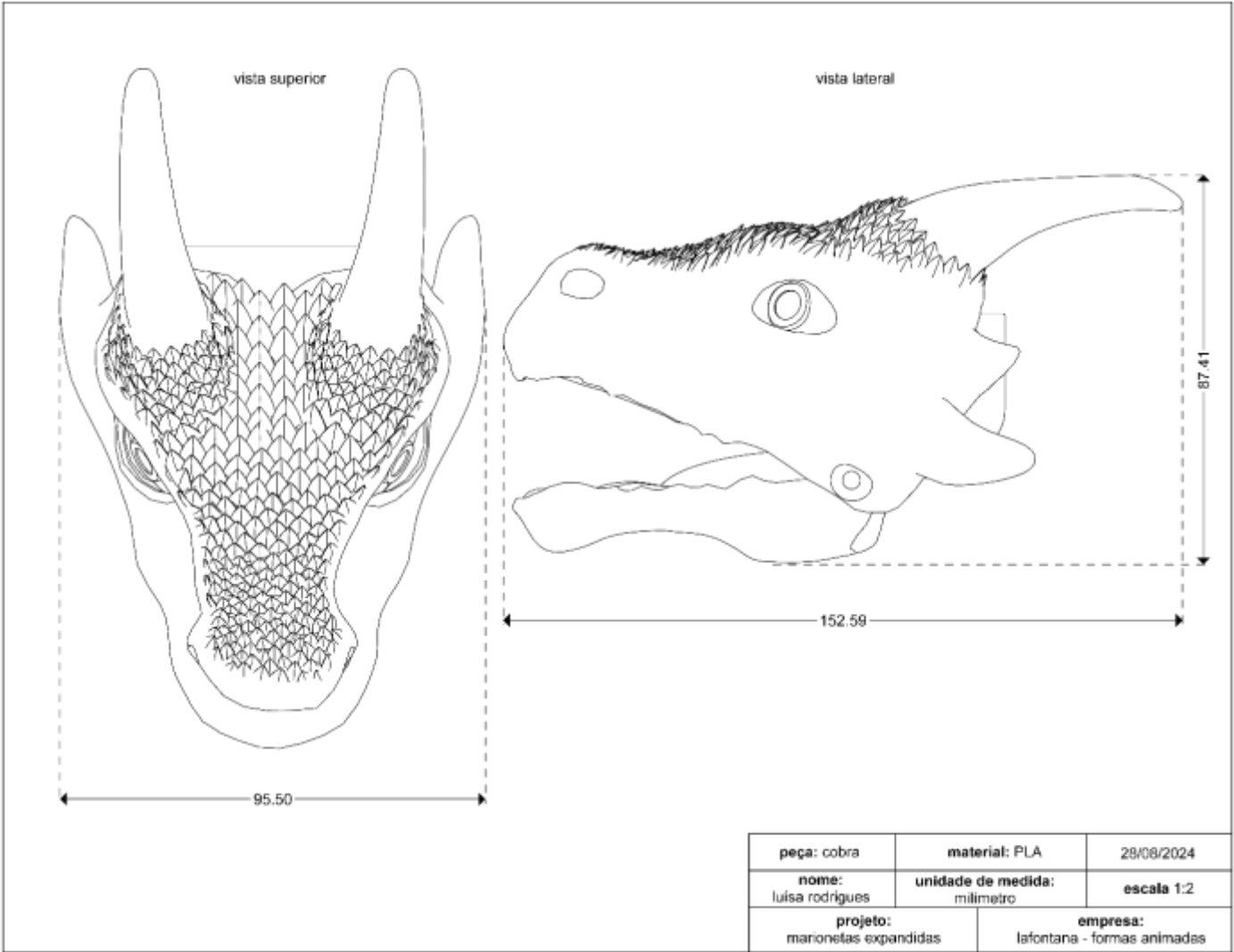


Figura 42 - Desenho técnico Cobra

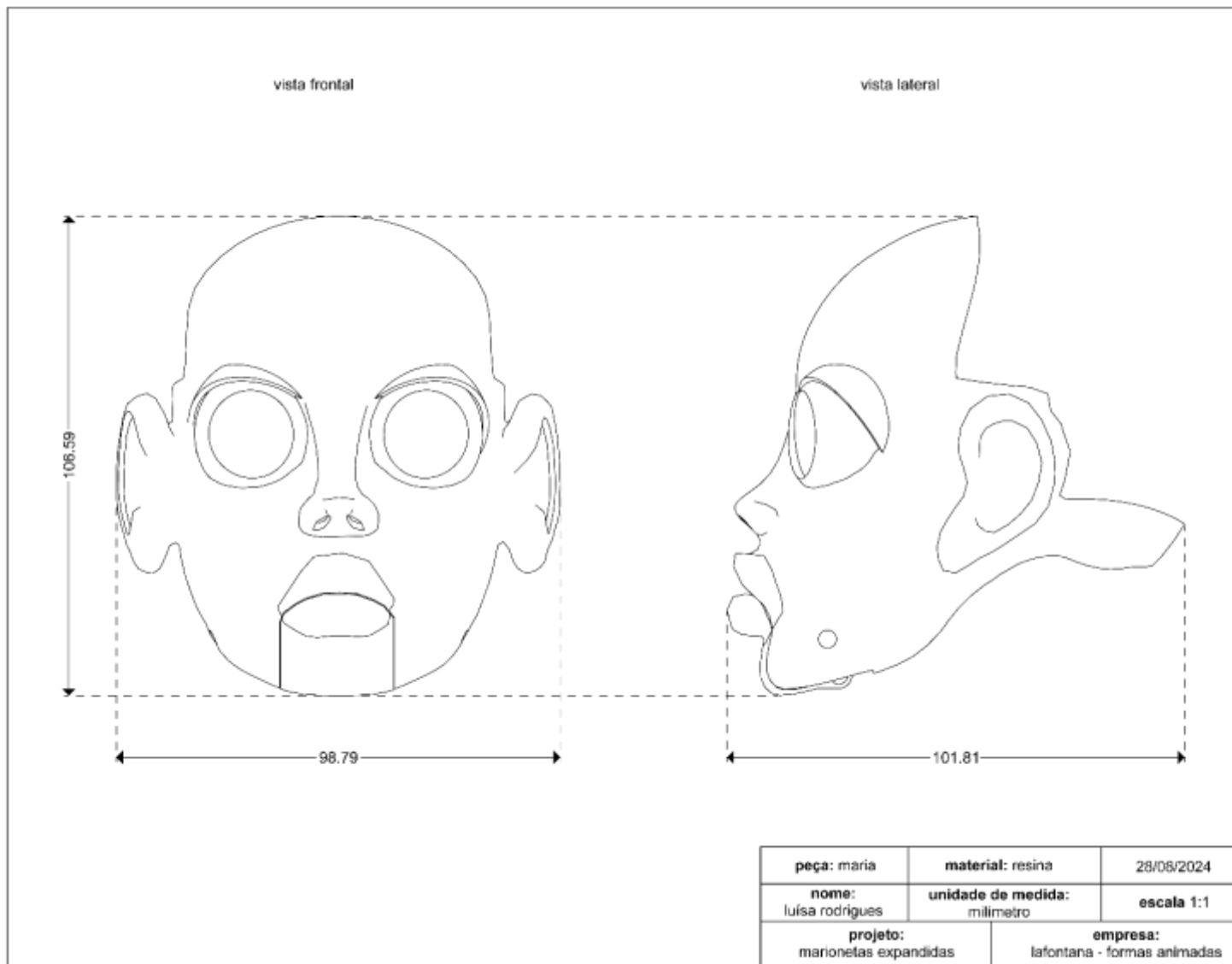


Figura 43 - Desenho técnico Maria

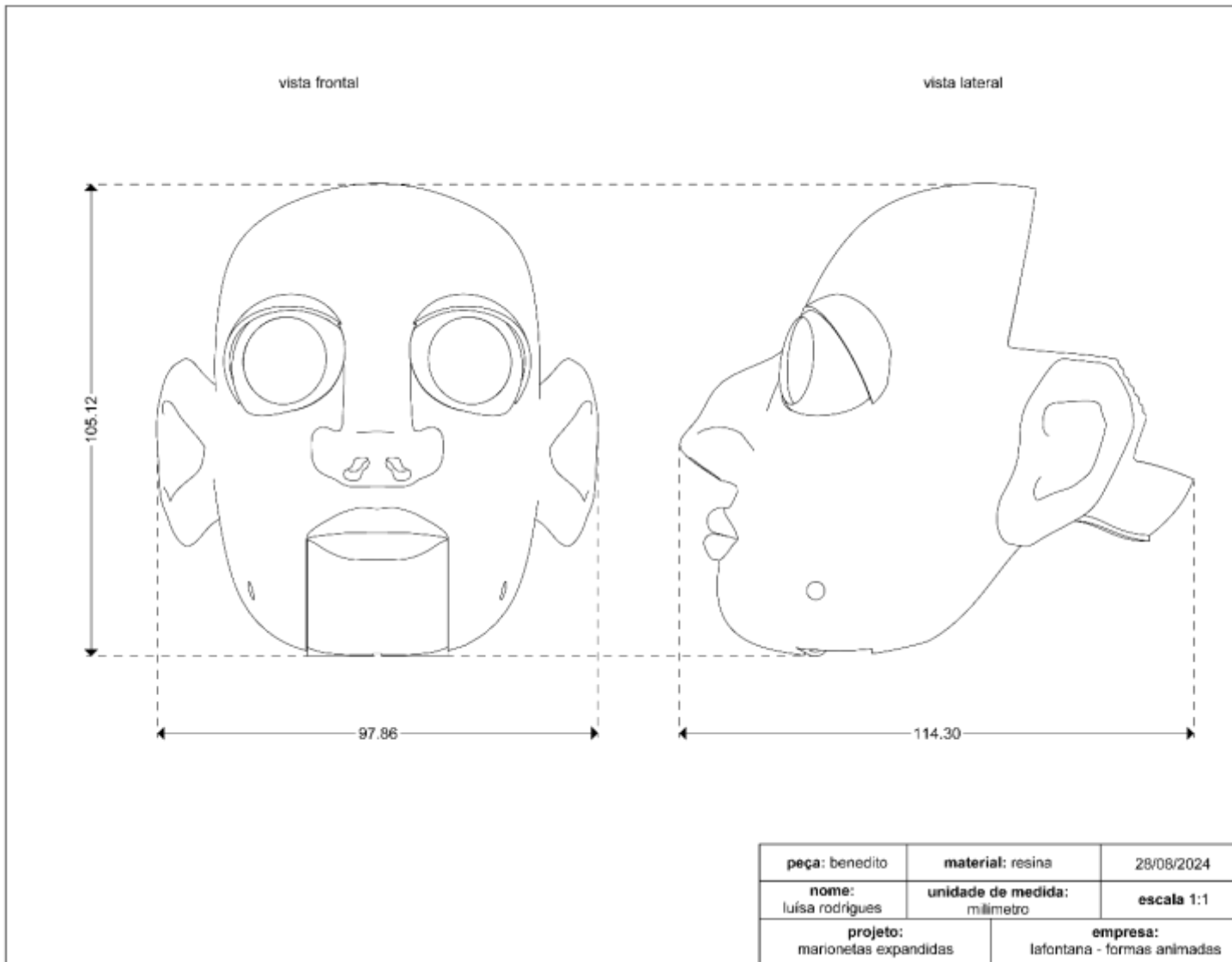


Figura 44 - Desenho técnico Benedito

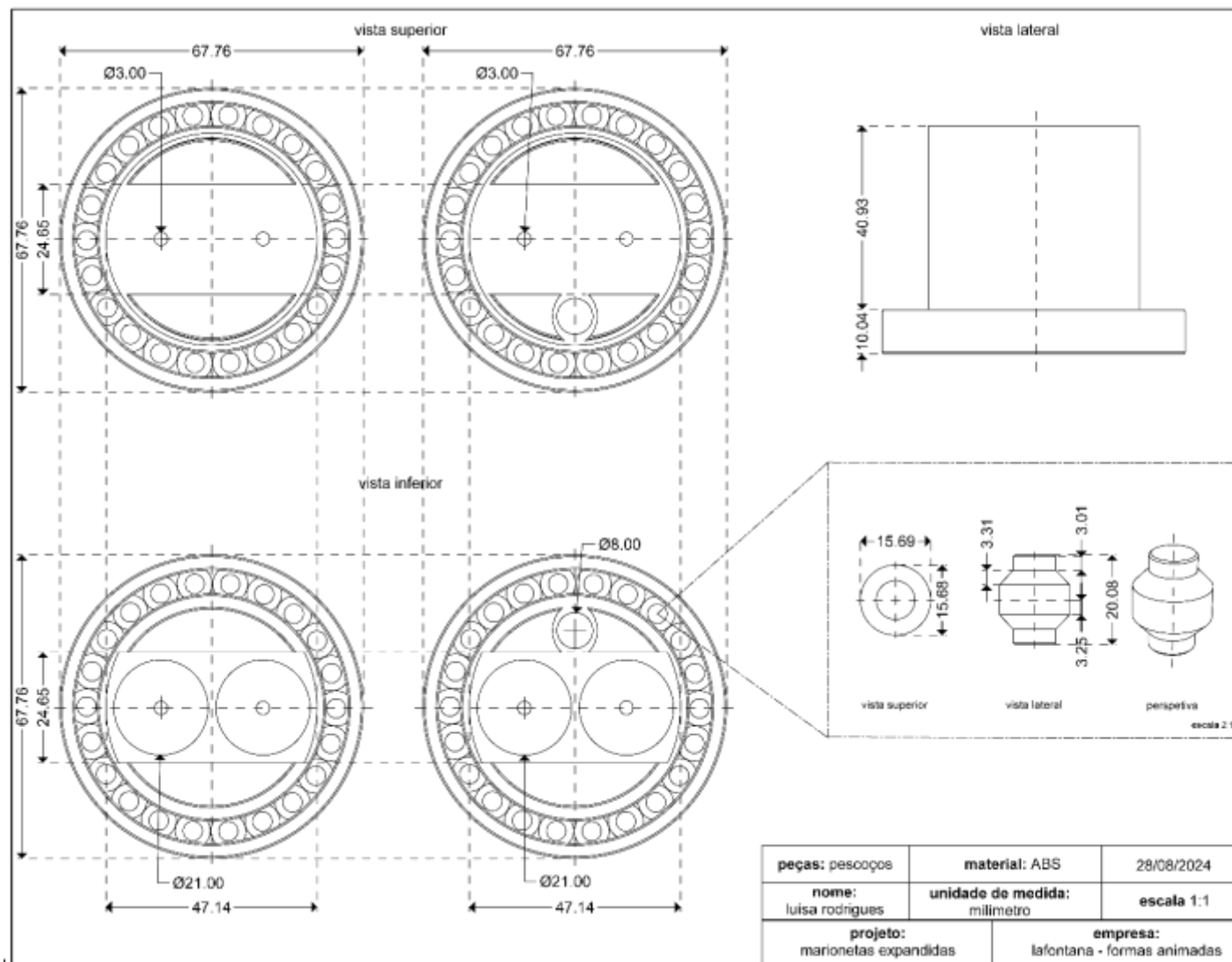


Figura 45 - Desenho técnico Pescoço

Anexo B – Processo



Figura 46 - Cabeças de teste



Figura 47 - Mãos teste



Figura 48 - Rolamentos e pescoços



Figura 49 - Benedito evolução



Figura 50 - João Redondo evolução



Figura 51 - Polícia evolução



Figura 52 - Vicentão evolução



Figura 53 - Padre Figos evolução



Figura 56 - Cobra evolução

Anexo D – Moodboard

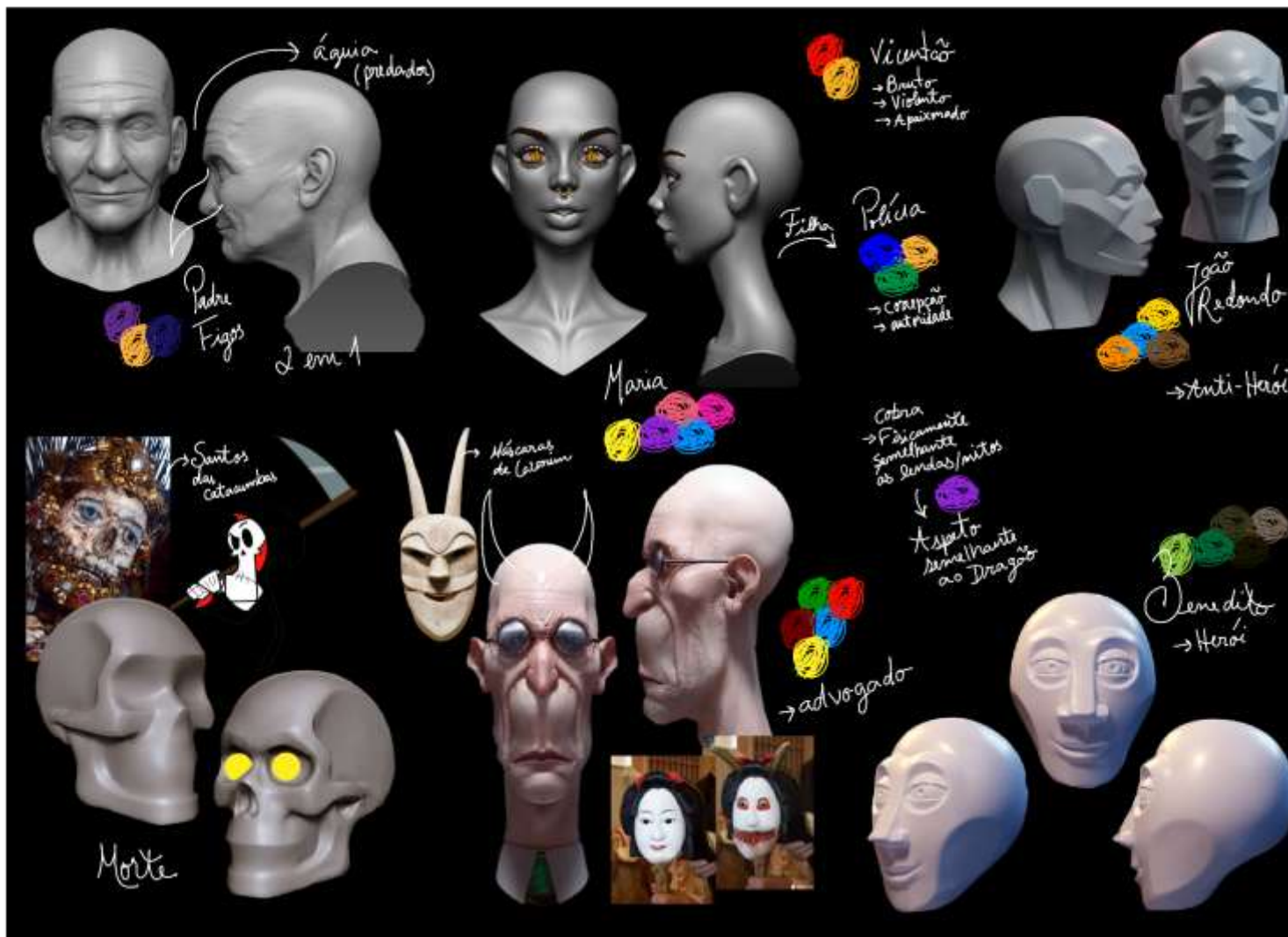


Figura 58 - Moodboard de inspiração para o desenvolvimento das personagens