



Representação Visual da Pixel Art

Rafael Cruz Silva

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Orientador: Miguel Carvalhais (Professor Associado com Agregação, Faculdade de Belas Artes da
Universidade do Porto)

Coorientador: João P. Ribeiro (Bolsheiro de Investigação, DEI-FEUP)

Junho de 2022

© Rafael Cruz Silva, 2022

Representação Visual da Pixel Art

Rafael Cruz Silva

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Bruno Sérgio Gonçalves Giesteira (Professor Auxiliar, Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto)

Vogal Externo: Rodrigo Hernández-Ramirez (Professor Auxiliar, IADE - Universidade Europeia)

Orientador: Miguel Carvalhais (Professor Associado com Agregação, Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto)

Resumo

A partir do desenvolvimento de um projeto no contexto da *pixel art*, desenvolve-se uma investigação sobre a representação visual em jogos ao longo dos anos. Este estudo aborda o desenvolvimento da *pixel art* desde o início do meio dos videojogos em articulação com várias tecnologias que definiram diversos estilos. Estes estilos são integrados num protótipo de jogo que os cruza. O protótipo é informado por uma investigação histórica e tecnológica sobre as limitações e fatores contextuais de cada geração.

Palavras-chave: pixel art, consolas, video jogos, design, estética

Abstract

Starting from the development of a project in the context of pixel art, this project researches visual representation in pixel art games over the years. It studies the pixel art developed in articulation with multiple technologies that define several styles that we try to integrate and connect in a prototype game. Historical and technological research informs this prototype about each period's limits and contextual factors.

Keywords: pixel art, consoles, video games, design, aesthetics

Agradecimentos

Antes de mais, quero agradecer ao professor Miguel Carvalhais e ao João Pedro Ribeiro por aceitarem fazer parte desta fase importante do meu percurso académico como orientador e coorientador da minha investigação, por terem-me guiado e por tudo o que me ensinaram na área dos Jogos e da *Pixel Art*, dando-me forças para continuar a seguir a minha paixão e o meu trabalho profissional pela área da Ilustração da *pixel art*.

Quero também agradecer a minha equipa: Gavanescu Darius na programação e Rafael Puodzius e Staintocton no áudio, que me ajudaram na criação do projeto para a minha dissertação pois sem eles não teria sido possível fazer e obter a qualidade de jogo que eu pretendia.

Além disso queria agradecer também à FEUP por me demonstrar e reforçar a minha paixão pelos jogos e me conseguir dar coragem de seguir o caminho profissional da *pixel art*.

Em especial, quero agradecer à minha família por me terem dado a oportunidade de estudar o que gosto e pelo apoio ao longo destes anos de faculdade e licenciatura, a minha namorada, Diana Gonçalves por me ter inspirado, apoiado e ajudado na revisão desta dissertação. Obrigado a todos.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1 Motivação.....	2
1.2 Projeto	2
1.3 Problemas, Hipóteses e Objetivos de Investigação.....	2
1.4 Metodologia de Investigação	3
1.5 Estrutura da Dissertação	4
2. Revisão Bibliográfica.....	5
2.1 Introdução.....	5
2.2 Evolução da Tecnologia	8
2.2.1 Personagens Reconhecíveis	13
2.3 Detalhes tecnológicos e artísticos de cada geração	15
3. Projeto	27
3.1 Investigação e Pré-Produção	27
3.1.1 Endless Runners.....	28
3.1.2 Softwares.....	29
3.1.3 Narrativa	30
3.2 Produção do Jogo	30
3.2.1 Pixel Art.....	30
3.2.2 Sound Design	37
4. Conclusões e Trabalho Futuro.....	39
Glossário	42
Referências	44
Anexos	50

Lista de Figuras

- Figura 1 - Ilustração das diferentes resoluções de pixel art de Cheishiru
- Figura 2 - Fotografia do Palo Alto Research Center XEROX
- Figura 3 - Galeria de Jogos independentes de Pixel art (Stardew Valley (2016), Shovel Knight (2014), Dead Cells (2018), Celeste (2018))
- Figura 4 - Consola Atari 2600 (1977)
- Figura 5 - Consola Pong Machine (1972)
- Figura 6 - Consola Intellivision (1979)
- Figura 7 - Consola Bally Astrocade (1978)
- Figura 8 - Consola Nintendo Entertainment System (1983)
- Figura 9 - Super Marios Bros. (1985)
- Figura 10 - Consola PlayStation Portable (2004)
- Figura 11 - Consola portátil Game Boy (1989)
- Figura 12 - Paleta de cor da Game Boy
- Figura 13 - Samurai Shodown (1993)
- Figura 14 - Sonic The Hedgehog (1991)
- Figura 15 - Pac Man (1980)
- Figura 16 - Evolução da Representação do Super Mario ao longo dos anos
- Figura 17 - Gex (1995)
- Figura 18 - Road Rash (1998)
- Figura 19 - Consola Sega Saturn (1994)
- Figura 20 - Consola Game Boy Color (1998)
- Figura 21 - Pokémon Gold and Silver (1999)
- Figura 22 - Grand Theft Auto V (2013)
- Figura 23 - Halo 2 (2004)
- Figura 24 - Tetris DX – (1998)
- Figura 25 - Consola Game Boy Advance (2001)
- Figura 26 - Passage (2007)
- Figura 27 - Proteus (2013)
- Figura 28 – Shovel Knight (2019)
- Figura 29 – Stardew Valley (2016)

Figura 30 - Superbrothers Sword & Sworcery (2011)

Figura 31 - Blasphemous (2019)

Figura 32 - Consola Analogue Pocket (2021)

Figura 33 - Consola PlayDate (2019)

Figura 34 - Estudo do desenvolvimento da progressão de um jogo endless runner

Figura 35 - Ilustração do cenário 1-bit do meu protótipo

Figura 36 - Ilustração do cenário 3-bit do meu protótipo

Figura 37 - Ilustração do cenário de 8-bits do meu protótipo

Figura 38 - Ilustração do cenário de 16-bits do meu protótipo

Figura 39 - Ilustração do cenário contemporâneo do meu protótipo

Figura 40 - Ilustração do jogador em todas as gerações do protótipo

Figura 41 - Captura de Ecrã do BeepBox

Figura 42 - Captura de Ecrã do Korg Gadget

1. Introdução

A presente investigação de projeto centra-se sobre o tema *Representação Visual da Pixel Art*. Esta conta com um projeto desenvolvido com o âmbito de informar e auxiliar a minha escrita.

Deste modo, é abordado o Estado da Arte na área dos Jogos Digitais com *pixel art* e dos sistemas e consolas, de maneira a perceber o que pode ser utilizado para criar um protótipo que interligue estes estilos e respeite os limites de cada geração. Para este projeto foi realizado um levantamento bibliográfico e de referenciais visuais de cada geração, desde o início da *pixel art* até a atualidade. De facto, não houve grande dificuldade na procura de literatura nas gerações iniciais e finais das *pixel art*, devido à vasta popularidade dela nessas alturas. Para além disso, a *pixel art* é bastante utilizada na criação de jogos independentes hoje em dia, tendo sido uma fonte grande fonte de inspiração.

A *Pixel art* é um estilo ou técnica de arte única, em que as imagens são criadas e manipuladas ao nível do pixel, em que esta é criada numa menor densidade dos pixéis, o que não acontece noutro tipo de imagens digitais, ou seja, a baixa resolução é parte integrante do estilo. Este estilo único e a minha paixão pelos jogos retro, tal como a própria criação deles, foi o que despertou o meu interesse pela procura do entender de que foram esta arte podia chegar mais longe. Dado que este entretenimento digital declinou na popularidade e de repente nesta era contemporânea, vemo-nos cada vez mais a usar a *pixel art*, sabendo que tais restrições não são obrigatórias como antigamente.

Desta forma, tendo em conta os conceitos adquiridos durante a investigação, prevê-se que estes sirvam para serem aplicados no protótipo na criação de um projeto final. Este servirá como caso de estudo para tentar entender as minhas questões de investigação tal como, contribuirá para o ensino desta arte.

1.1 Motivação

Este projeto é desenvolvido na área dos Jogos Digitais, tal como na Arte relativa a *Pixel Art* e consoante essas áreas, visei a construir um protótipo de um jogo de pixel arte, que engloba todas as gerações pertinentes para a minha dissertação.

Sendo licenciado em Design de Comunicação, na Escola Superior de Artes e Design (ESAD), consegui-me habituar a um ambiente artístico desde cedo, o que me despertou o interesse e permitiu uma maior facilidade na criação do protótipo. Além disso, o meu mestrado em Multimédia, mais especificamente em Tecnologias Interativas e Jogos Digitais, abriu-me os olhos à minha paixão pela *pixel art*, o que me permitiu trabalhar como *freelancer* no decorrer deste último ano. Com isto, experienciei múltiplas criações de jogos e consegui desenvolver competências práticas nesta área.

Como objetivo, é esperado que as experiências dos vários temas estudados sobre os sistemas e os estilos de arte, tal como as aprendizagens passadas durante a investigação, possam resultar num exemplo de caso de estudo fiel para os futuros interessados em *pixel art* e na sua representação visual. O mesmo pretendo que aconteça, com tudo ligado às consolas e aos seus limites na área das tecnologias.

1.2 Projeto

Como resultado da minha investigação da dissertação, é esperada a concretização de um projeto final que consistirá num protótipo de um jogo *pixel art*. Modelo este, que exibirá várias gerações de *pixel art* designadas por mim. Este protótipo terá como intuito demonstrar de que modo, respondendo ao problema apresentado, as várias gerações da *art* se interligam de maneira visual e, de igual forma, como estas apresentam os limites de cada cenário.

Deste modo, intento que os jogadores e os leitores desta dissertação possam aprender e visualizar os limites dos jogos com *pixel art*, desde a sua existência, até ao contemporâneo. De igual forma, pretendo que aprendam sobre a sua história; sobre as consolas e sistemas de jogos digitais; sobre as informações de algumas empresas ligadas a estas e sobre as várias especificações pertinentes para este projeto.

1.3 Problemas, Hipóteses e Objetivos de Investigação

Tendo em consideração a área de jogos digitais, esta investigação centra-se no modo de encontrar e discutir os métodos da pixel art. Métodos estes, que permitam fazer a ligação da informação de cada geração na criação de cada cenário do protótipo.

Desta maneira, os jogos digitais são extremamente populares na comunidade atualmente e podem ser aplicados em vários contextos diferentes. Dada a evolução da tecnologia, estes podem servir, quer seja para fazer algo mais moderno e inovador,

quer seja para obter inspiração de conceitos mais antigos para a criação de algo possivelmente novo. Face a estas opções tecnológicas e à facilidade de criação de jogos, devido ao alto número de *softwares*, de cursos de aprendizagem literaturas, isto possibilita a abordagem e a criação de jogos, de uma maneira mais natural.

Apesar disso, mesmo com estes recursos, a criação de um jogo pode ser um procedimento demorado, devido ao longo processo que cada elemento pode reter a fazer. Este método conta com a criação de todos os *assets* e animações para a arte; com a escrita e produção de todos os áudios e músicas e com a programação e a implementação de todos os elementos de uma maneira funcional e suave. Este protótipo não teria sido possível, dentro da data-limite, sem uma equipa disposta a ajudar-me para a sua elaboração.

Os objetivos desta investigação partem por começar a compreender de que forma é que a utilização da *pixel art* poderá ser interessante na contemporaneidade, e de que maneira, a combinação destas gerações, consiga oferecer um jogo coeso. É igualmente importante, conseguir compreender, como pode um designer lidar com este processo da coexistência de estilos no mesmo jogo. É certo que, apesar da minha facilidade na criação de *pixel art*, a pesquisa sobre cada geração foi demorada, devido a certas gerações não possuírem a densidade literária que as iniciais e finais tinham. De facto, foi necessário ter em mente vários fatores de cada geração, para conseguir um resultado autêntico.

1.4 Metodologia de Investigação

Inicialmente, realizada uma pesquisa bibliográfica, que abrangia livros; *websites*; jogos e consolas; artigos científicos e conteúdos visuais. Após feita uma contextualização teórica sobre o tema da *Pixel Art* e Consolas de Jogos, a pesquisa foi alargada para campos mais específicos, nomeadamente, a outros sistemas de visualização de *pixel art*, como os computadores. Além disso, também fora estudado o *Sound Design*, os efeitos e a pós-produção, neste caso, as animações e outras técnicas para melhor desenvolvimento do projeto. De seguida, foi investigar melhor o tema e de que forma poderá existir uma coexistência nestas gerações.

Em relação a esta pesquisa, o plano partiria por delimitar as fronteiras de cada um e perceber qual seria a maneira ideal de demonstrar este plano de trabalho para desenvolver a dissertação. Este esquema, abrange como objetivo principal, a criação de um protótipo que valida as gerações da *pixel art*, para perceber se seria possível a coexistência desses estilos num único jogo. Além disso, também lido com questões como a utilização contemporânea da *pixel art*, bem como, a variabilidade estilística entre os diferentes estilos no contexto do jogo.

Deste modo, para além da componente de investigação, haverá, igualmente, uma componente prática, que irá englobar os métodos e ferramentas digitais para a criação do jogo e os softwares de contribuição para o desenvolvimento do projeto final.

1.5 Estrutura da Dissertação

Para além da introdução, esta dissertação contém mais seis capítulos. No segundo capítulo é descrito o estado de arte, onde se encontra presente a maioria da minha pesquisa para o desenvolvimento do projeto. No terceiro capítulo, é descrito o projeto. Nesse capítulo, exibo o meu estudo e pré-produção do protótipo; toda a sua arte e design de som, tal como uma pequena pesquisa sobre *endless runners* e finalmente todos os softwares que utilizei para a criação deste projeto. No quarto capítulo, apresento uma conclusão, que visa resumir o meu trabalho, orientando, assim, uma compreensão total da minha dissertação e um resultado para as minhas questões de investigação. Para finalizar, no quinto, sexto e sétimo capítulo demonstro o glossário da dissertação, as referências, tais como todos os anexos e as ligações para experimentar e visualizar o projeto.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Introdução

A *Pixel art* é um estilo ou técnica de arte, no qual as imagens são criadas e manipuladas ao nível do pixel. As imagens resultantes, podem ser comparadas a um mosaico digital (Dewey, 2014). O que define a *pixel art*, é seu estilo visual único, criado com menor densidade dos pixéis, o que não acontece com outro tipo de imagens digitais, ou seja, a baixa resolução é parte integral do estilo que serve os pixéis como blocos de construção da imagem.

Além disso, a *pixel art* tem propriedades únicas, que a distingue dos outros estilos, onde as imagens são feitas usando uma resolução e paleta limitadas, tendo como atração a sua aparente simplicidade (Hiltzik, 1999).

No início, antes da *pixel art* ser definida como tal, começou por ser referida como “arte computacional” na década de 1960 e com a sua evolução, a tecnologia e os softwares dos jogos, afetaram diretamente o crescimento e as possibilidades da *pixel art*, que depois de uns anos, conquistou o seu próprio termo.

A *pixel art* contém vestígios desde uma fase inicial dos *softwares* de edição de imagem e os primeiros jogos com gráficos, mas o termo *pixel art* foi referido pela primeira vez por Adele Goldberg e Robert Flegal em 1982. Embora o conceito da *pixel art* já existisse 10 anos antes, esta, somente, não era aclamada como tal (Goldberg, 1982).



Figura 1 - Ilustração das diferentes resoluções de pixel art de Cheishiru



Figura 2 - Fotografia do Palo Alto Research Center XEROX

Tanto antigamente, como atualmente, a *pixel art* é considerada um estilo popular, (Webster, 2014) e continua a ser uma das formas de representação que os programadores conseguem usar, para gerar o output visual de um jogo, através de recursos computacionais limitados. Em relação aos aspetos tecnológicos, ainda só era possível processar um limite que gerava imagens, onde os pixéis eram facilmente reconhecíveis. Os criadores, também, trabalhavam com cada pixel, de forma a garantir que a imagem final fizesse sentido, visualmente.

Com a evolução da tecnologia e o passar do tempo, muitas gerações diferentes de *pixel art* foram emergindo, devido às diferentes capacidades gráficas de cada época, o que me levou à decisão da divisão de diferentes gerações pelos seus números de bits dos CPUs.

Com as restrições de hardware das gerações de 8 e 16 bits, quando as resoluções eram baixas, a paleta de cores que podia ser exibida em simultâneo, era limitada. Isto considerando que um dia, o hardware contemporâneo também será considerado limitado. Durante os anos 1990, a *pixel art* deixou de ser o estilo dominante de gráficos em vídeo jogos comerciais e foi cada vez mais substituída pelos gráficos 3D e polígonos. No entanto, é um processo lento que não exclui totalmente a *pixel art*, mas sim, que gerou misturas entre estes dois estilos alternativamente, levando a um decline da popularidade da *pixel art*. Além disso, também temos o fator como as melhorias de hardware na altura (Anderson, 2016).

Perto da década de 2010, observou-se um crescimento de quantidade de jogos independentes, que porventura, com esse aumento, levou a um crescer da popularidade. Estes jogos são desenvolvidos por equipas menores, muitas vezes indivíduos únicos, que criam jogos sem o auxílio de grandes empresas (Alvarez, 2016). Além disso, com a complexidade técnica do 3D e o fascínio pelo minimalismo, as restrições dos jogos de pixéis iriam aumentar, futuramente.



Figura 3 - Galeria de Jogos independentes de Pixel art (Stardew Valley (2016), Shovel Knight (2014), Dead Cells (2018), Celeste (2018))

Efetivamente, podemos diferenciar cada geração da *pixel art* pelas suas representações técnicas e artísticas. Estas podem ser divididas pelos seus diferentes *bits* e estes referem-se, especificamente, aos processadores usados nas consolas de vídeo jogos. A divisão que decidi optar faz referência ao tamanho das palavras de dados usadas por cada processador: *1 bit*, *3 bits*, *8 bits*, *16bits*, *32 bits* e entre outros.

Os jogos de *pixel art* sempre tiveram grande popularidade nas suas gerações iniciais, mas com a popularização dos gráficos 3D, deixaram de o ter. Estes gráficos estavam cada vez mais próximos de serem foto-realistas e os monitores já conseguiam exibir milhões de pixels de uma vez. De acordo com uma entrevista a vários criadores de jogos, a *pixel art* não é apenas uma moda passageira, nem um meio estático sem desenvolvimento, alias até a atualidade novos jogos estão constantemente a referir homenagens a personagens como *Mario* e *Megaman* (Byford, 2014).

Mais do que uma busca nostálgica, ou um estilo de representação antiquado, a *pixel art* continua a evoluir de maneiras fascinantes. No entanto, por vezes, não é estudada independentemente dos jogos, o que possibilitaria uma abordagem mais focada na representação visual (Kylmäaho, 2019).

2.2 Evolução da Tecnologia

Com a evolução da tecnologia e do *hardware*, os criadores de jogos conseguiram melhorar os seus sistemas ao longo do tempo e muitas dessas melhorias iam desde os processadores, resolução, sistemas de armazenamento, paletas de cor, sistemas de cores ou programas gráficos, a velocidade de fotogramas e muitíssimas outras especificações que influenciam o poder e a representação gráfica, tecnológica e a velocidade de cada jogo.

Para começar, estas evoluções e diferenças foram concretizadas por diversas empresas, cada uma à sua própria maneira e com objetivos específicos. Um exemplo de uma geração mais inicial, seria a consola *Atari 2600*, lançada em 1986. Esta popularizou o hardware e os jogos baseados em microprocessadores, armazenados em cartuchos trocáveis (Warshaw,2020). Apesar das limitações da altura imporem um máximo de *128 bytes* de *RAM* para espaço livre, este limite forneceu visualmente um registo de fundo de *20 bits*, numa única cor. É de acrescentar ainda, que todos os *sprites* de 1 bit podem ser controlados para esticar até 1, 2, 4 ou 8 pixels. Estes componentes, foram as primeiras fases das tecnologias que permitiram a representação visual de jogos, como *Pong* (1972) e *Space Invaders* (1978), que detalharei mais tarde, tal como algumas personagens de jogos pertinentes ao tema.



Figura 4 - Consola Atari 2600 (1977)



Figura 5 - Consola Pong Machine (1972)

Outra consola, que apesar de ter um hardware bastante diferente dos próximos exemplos, é a *Magnavox Odyssey* lançada em 1972, que foi a primeira consola doméstica. Esta continha uma paleta de cor preta e branca, não tinha audio nem *game score*. (Willaert 2020). No entanto, existia muito mais para além de consolas, tal como computadores e sistemas com uma arquitetura semelhante. Temos como exemplo, o computador *Bally Astrocade*, lançado em 1978, que era conhecido pelos seus gráficos bastante poderosos para a altura. Além disso, o *Astrocade* utilizava registos de cores, ou cores indiretas, de modo que fosse possível escolher quatro cores numa paleta de 256.

Outra consola que teve grande êxito nesta fase inicial foi a *Intellivision*, lançada em 1979, que tinha um código reutilizável que podia, efetivamente, transformar um cartucho 4K chips num jogo de 8K chips. Além disso, tinha uma nova estrutura de *software*, para que os novos programadores desenvolvessem jogos com mais facilidade e rapidez (Gutierrez, 2018).



Figura 6 - Consola Intellivision (1979)



Figura 7 - Consola Bally Astrocade (1978)

Em relação aos jogos que causaram grandes impactos culturais, destas primeiras gerações, temos como exemplo o *Pong* em 1972, que desenvolvido pela Atari, alcançou grande sucesso e porventura levou à criação do *Home Pong*. Ambas as consolas levaram à criação de muitas outras cópias semelhantes do jogo, por outras empresas. *Home Pong* foi proposto pela Atari de maneira a minimizar o custo da consola permitindo esta ser conectada a televisão dos compradores. (Rohlfshagen, 2018).

Outro jogo que afetou a cultura popular, foi o *Space Invaders* (1978). Este ganhou a sua popularidade, devido à sua interface mais interativa com os inimigos ao reagir aos controlos do jogador. *Space Invaders* foi um dos primitivos jogos a popularizar o conceito de *High Score*, sendo este o primeiro a realmente guardar os dados do jogador, que, por sua vez, pode criar um ambiente de competição dentro deste mundo de entretenimento (Bowen, 2008). Este, também, caracterizou-se pelo facto de o jogador poder ser atacado por um inimigo, e pelas suas partidas serem jogadas por rondas, com a obtenção de várias vidas, objetos destruíveis e a possibilidade de se proteger atrás de uma proteção, algo nunca feito.

Atualmente, estes jogos são vistos como minimalistas num aspeto visual, mas na altura, era o máximo que os seus processadores e sistemas eram capazes de realizar. Esta é uma das razões pela qual a criação de jogos antigos, durante a atualidade, em comparação com os gráficos modernos, são muito mais simples e pequenos, sendo isso um aspeto retro que, no presente, não é possível sem ser intencional a criação desse.

Com a passar do tempo, as consolas e sistemas aumentaram em qualidade e quantidade e evoluíram ao ponto de se tornarem acessíveis ao público geral, sendo uma das principais consolas a *Nintendo Entertainment System (NES)*. Esta consola tinha como objetivo fazer algo simples e barato, que permitisse a jogabilidade de jogos de cartuchos em casa, recusando propostas de alguns jogos mais complexos e demorados na sua criação. Mesmo assim, assistimos a lançamentos de jogos como *Dragon Quest III* (1988) e *Might and Magic* (1986). Para acrescentar ainda, esta foi responsável por jogos extremamente populares na altura, tal como o *Super Mario Bros.* Lançado em 1985.



Figura 8 - Consola Nintendo Entertainment System (1983)

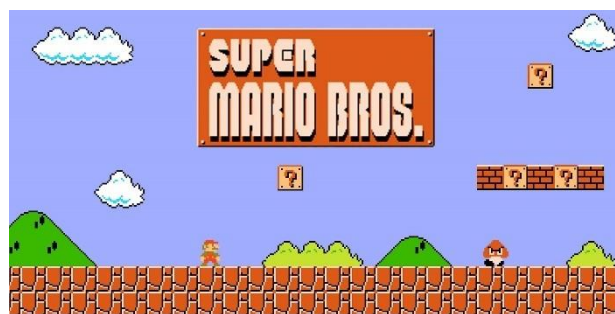


Figura 9 - Super Marios Bros. (1985)

A criação desta consola, também ajudou a aliviar o acidente que conhecemos como *vídeo game crash of 1983* (Wolf, 2012). Com o prosseguir do tempo, temos uma evolução nos aspetos mais técnicos, como a resolução, que aumentou para 256×240 pixels, uma RAM principal: 2 Kilobytes mais uma memória RAM expandida, processador de 8-bit desenvolvido pela Ricoh e um aumento de cores e paletas visíveis em simultâneo, no ecrã dos jogos.

Além disso, foram introduzidas as consolas portáteis pela primeira vez. *Merlin* (1978), foi uma das primeiras consolas portáteis que, apesar de ser a primeira, manteve a sua popularidade e continuidade até aos 1980s. Apesar de fraca prestação a nível técnico, foi o início de um aumento de popularidade deste tipo de consolas (Chris, 2018). Enquanto as consolas portáteis eram bastante mais pequenas que as domésticas, estas contêm bastantes características em comum, tal como um ecrã, umas colunas, e uns botões de ações. Ademais, com a evolução das consolas portáteis, elas tinham a possibilidade de conter cartuchos trocáveis, o que permitia ao jogador jogar vários jogos com um certo limite de gráficos. Esta situação não era possível nas primeiras, cujos jogos eram bastante simples a nível técnico. Efetivamente, as consolas portáteis permitiram vantagens como a sua portabilidade e o aspeto social facilitado em jogos *multiplayer*, tendo sido o primeiro de todos o *Pokémon: Fire Red* e *Pokémon: Leaf Green* (2004), através de um adaptador GBA wireless da Nintendo (Musser, 2007). Essa diferença ficou mais pequena com lançamento da

Revisão Bibliográfica

Playstation Portable (2004), cujo poder do processador começava a alcançar o das consolas domésticas.



Figura 10 - Consola PlayStation Portable (2004)

Foi com a vinda da *Game Boy* que, apesar de ser a segunda consola portátil feita pela Nintendo, foi a primeira de muitas outras da família *Game Boy*. Esta consola foi bastante importante porque popularizou as consolas portáteis para o público. Decerto, era bastante característica pela sua paleta cromática de 2-bit (4 sombras de cinzento: brilho até verde-escuro), o que popularizou o estilo de *Game Boy* e as suas limitações técnicas e visuais.



Figura 11 - Consola portátil
Game Boy (1989)



Figura 12 - Paleta de cor da Game
Boy

Continuando, com a evolução das consolas portáteis, surgiu o uso da Internet para jogos online. Esta teve as suas primeiras tentativas por volta de 1980, através de um sistema de marcação de botões, pelo uso de cartuchos especiais, com um adaptador. Dois exemplos, foram a *PlayCable* para a *Intellivision* e a *GameLine* para a *Atari2600*. Em progressão, a *Nintendo* lançou a *Family Computer Network System* para a *Famicom* em 1988, que permitiu uso de *game cheats*, *stock trades* e a opção de realizar descarregamentos de conteúdos para os seus jogos.

A partir desta altura, tivemos a construção da primeira consola com um sistema de internet conectado dentro dela mesma, a *Apple Pippin* lançada em 1996. Sendo esta um precursor do que hoje em dia se tornou norma, uma grande parte de consolas domésticas, obterem conectividade a internet.

Adicionalmente, em relação à unidade central de processamento, deparámo-nos com a criação da *TurboGrafx-16*, mais conhecida como *PC-Engine*. Este circuito, permitiu a fusão de consolas 8-bits com gráficos 16-bits, em que conseguiam exibir 482 de 512 cores simultaneamente (Martindale, 2021).

Apesar de existirem inúmeros jogos com deveras características e paletas de cores, muitos não levaram as suas consolas ou representações aos limites e, simplesmente, mantiveram-se em algo que seria um sucesso comercial. *Samurai Shodown* lançado em 1993, visualmente, foi um dos jogos que elevou a complexidade da *pixel art*, quer na sua paleta de cores, quer no refinamento do jogo ao limite. Este apresenta uma versão mais requintada da ampliação do trabalho de câmara usada em *Art of Fighting* (1990), que demonstrava mais dificuldade a seguir o jogador e seria menos suave. Além disso, tornou-se popular devido ao seu ritmo rápido e à intensidade que os jogadores tinham ao lutar um contra o outro. Um aspeto curioso

deste jogo é que, na altura, pensava-se bastante no mercado americano e mundial de uma forma generalizada, o que também levou à popularidade que alcançaram. Inclusive uma das personagens do jogo, intitulada de *Genan Shiranui*, influenciou a criação do *Edward Scissorhands* realizador *Tim Burton* (Mielke,2017).



Figura 13 - Samurai Shodown (1993)

2.2.1 Personagens Reconhecíveis

Até agora, este documento descreveu a parte tecnológica e multimédia da *pixel art*, mas com o crescer da popularidade dos jogos, certas personagens reconhecíveis dentro deles ganharam extrema popularidade que ajudaram no desenvolvimento e vendas destes. Tendo algumas empresas alcançado esse patamar acidental ou intencionalmente, um dos casos mais populares que existe, é o *Super Mario*, o primeiro de muitos outros, devido ao grande sucesso que o jogo de arcade *Marios Bros* teve em 1983. Este criou uma base de fãs e teve tal popularidade que, atualmente, é difícil alguém não reconhecer o aclamado nome *Super Mario*, ou mesmo imagens deste.

Outro exemplo da mesma geração de consolas, foi a personagem *Pac Man*, criada por *Toru Iwatani* e lançada em 1980. Esta, tornou-se a mascote mais famosa da *Namco*. O objetivo do jogo era fazer *Pac Man* derrotar um grupo de fantasmas enquanto comia bolachas espalhadas pelo mapa. Outros casos, foram *Sonic the Hedgehog*, lançado em 1991, sendo extremamente influenciado pela série de jogos do *Super Mario*. Estas novas empresas, depois de evidenciarem o sucesso do *Super Mario*, decidiram criar personagens, que pudessem ser adoradas pelo público, de maneira a ajudar nas vendas dos jogos que, no final de muitas discussões, a *SEGA* criou um ouriço azul.

Sonic utiliza uma técnica que permite ao jogador a capacidade de enrolar-se numa bola



Figura 14 - Sonic The Hedgehog (1991)

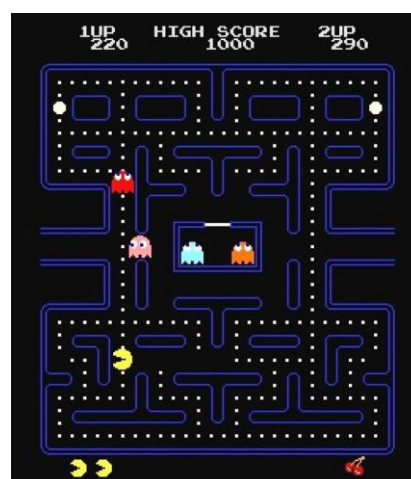


Figura 15 - Pac Man (1980)

gigante, a uma grande velocidade, que originou de um programa de *tech demo* do programador *Yuji Naka* (Lurker, 2011). O programador, basicamente, desejava realizar algo como o *Mario*, mas que fosse mais rápido. O que levou a este sucesso, foi a história e o foco no público-alvo do mercado americano.

Outro exemplo de personagens, é o jogo *Mega Man*, criado sobre o género de *sci-fi* pela *Capcom*. Este teve um sucesso de cerca de 50 jogos, até a atualidade. Nestes jogos, o jogador controla o protagonista Mega Man também conhecido como Rockman, um *humanoid robot*, contra os seus inimigos. Este foi acalmado pelo seu sucesso geral do design, estabelecendo muitas histórias, *gameplay*, e convenções graficas que iriam ser definidas nas sequelas, *spin-offs* e *subseries* do *franchise*.

2.3 Detalhes tecnológicos e artísticos de cada geração

Com efeito, podemos diferenciar cada geração da *pixel art* pelas suas representações artísticas, consolas e técnicas na área de multimédia e engenharia. Estas podem ser divididas por *bits*: 1bit, 3 bits, 8 bits, 16bits, 32 bits, e por aí em diante, até à atualidade, na categoria das consolas (Russell, 2018). Pelo que foi escrito até ao momento, jogos como *Pong* que se enquadram na categoria de 1bit, ou jogos como o *Super Mario* e o *PacMan* ambos de personagens extremamente populares, enquadram-se nos 8 bits. Igualmente, abordou-se o jogo *Sonic the Hedgehog*, o *Samurai Shodown* e o *Mega Man 3*, que entram no departamento dos 16 bits, cada um com diferentes estilos artísticos. Enquanto alguns destes são considerados retro e nostálgicos, outros são considerados modernos e detalhados, devido ao seu pormenor, ou mesmo ao contrário, correspondente ao seu minimalismo pensado e planeado, com as limitações existentes.



Figura 16 – Evolução da Representação do Super Mario ao longo dos anos

Depois dessas gerações, as paletas cromáticas começaram a aumentar, tal como todas as anteriores, sucessivamente. Nos sistemas, os processadores conseguiam tornar-se mais potentes e com novos recursos, permitindo um maior uso da arte, das animações, dos *sprites*, das texturas, dos efeitos e entre muitos outros elementos visuais de um jogo. Na geração de 32 bits e 64 bits foram lançados jogos como “Gex” e “Road Rash”. Estes foram alguns dos números reduzidos de jogos que se mantiveram na pixel art 2D, pois, nesta altura, com a evolução das consolas e sistemas de criação de polígonos e 3D, começava a dar finalmente o declínio de popularidade da pixel art (Geek's Guide to the Galaxy, 2015). O uso de cartuchos, também estaria a diminuir com a vinda dos CD-ROM. Estas gerações, mudaram totalmente a indústria dos jogos, levando a um grande declínio nas empresas que se recusavam a mover para o uso das terceiras dimensões e novos sistemas. Gex, foi bastante acalmado pela sua inovadora habilidade de plataforma e pelo trabalho de voz de Gould, como personagem. Esta

pretendia alcançar os patamares dos papéis de *Mario* e *Sonic*. Além disso, teve uma imensa melhoria, comparado aos anos passados, levando o gênero de *platformer* ao limite, com inúmeras habilidades e animações, níveis bônus, e muito mais. Enquanto isso, o jogo *Road Rash* ganhou a sua popularidade devido à decisão da *Electronic Arts*, uma empresa de vídeo jogos americana, de incorporar atores reais nos *sprites*, uma versão mais avançada dos visuais e uma banda sonora *grunge*.



Figura 17 - Gex (1995)



Figura 18 - Road Rash (1998)

Em relação à evolução das consolas e sistemas que mantiveram os estilos 2D, ainda foram lançando alguns jogos de *pixel art*. Exemplo disso, temos a *Sega Saturn* lançada em 1994, que possuía um revolucionário sistema de armazenamento, sendo esse o uso de CD-ROM, criados em 1985. Mantendo ainda portes de entradas de jogos de *arcades*, tal como os seus originais, apresentavam, também, oito processadores. A principal unidade de processamento central, são 2 microprocessadores que exibiam resoluções de 320×224 a 704×224 pixels. Mas o seu melhor aspeto seria o *Visual Display Processor 2 (VDP2)*, que podia gerar e manipular fundos, sendo considerado um dos recursos mais importantes do sistema (Newport, 2015).



Figura 19 - Consola Sega Saturn (1994)

Enquanto isso, empresas como *Nintendo*, focaram-se nos jogos dentro do ambiente 3D, afastando-se, assim, cada vez mais da *pixel art*, mas nunca deixando de publicar jogos, tal como a *Sony* na *PlayStation (PS One)*, que ainda lançou mais jogos usando a *pixel art*. Um exemplo de um jogo lançado na *Nintendo64* em 1996, foi o *Super Mario 64*. Este sendo uma das primeiras consolas a implementar um subsistema de memória unificado e uma memória em si, que consiste, em 4 MB de *DRAM* (um tipo de *random-access semiconductor memory* que guarda a data em uma *memory cell*) (Langshaw,2012).

Ao contrário da *Nintendo64*, a empresa *Sony Interactive Entertainment* teve mais lançamentos de jogos focados em 2D para a *PlayStation*. Esta rivalizou a *Nintendo* e contribuiu para o mundo do vídeo jogos, com a sua biblioteca extensiva e inúmeros *franchises* populares para os adolescentes e adultos novos. Deste modo, fez-se uso dos discos compactados, transitando assim dos cartuchos. A *PlayStation* vendeu e popularizou-se de tal forma, que no mesmo ano, publicaram ainda a *PlayStation 2* (Staff,2012). Alguns jogos que esta lançou, foi o *Hermie Hopperhead* (1995) que foi a primeira mascote para a PS1. Lançou, também, muitos outros como *Arc the Lad*. (1995), *Rayman* (1995), e ainda mais outros *RPGs* como *Beyond the Beyond* (1995) and *Suikoden* (1995).



Figura 20 - Pokémon Gold and Silver (1999)



Figura 21 - Consola Game Boy Color (1998)

Com o avanço para as gerações mais recentes, como a 128-bits, e em diante, as empresas trabalharam para refinar conceitos do uso de modelação 3D, sendo nesta altura, em que a *pixel art* começou a perder a sua popularidade, devido a esta evolução (Kordic, 2015). Existindo apenas grandes evoluções da *pixel art* em consolas anteriores,

alguns dos jogos mais populares da altura foram *Grand Theft Auto: San Andreas* (2013), *Sonic Adventure* (1998), *Super Smash Bros. Melee* (2001), *Halo 2* (2004), mas todos eles completamente afastados da *pixel art*.

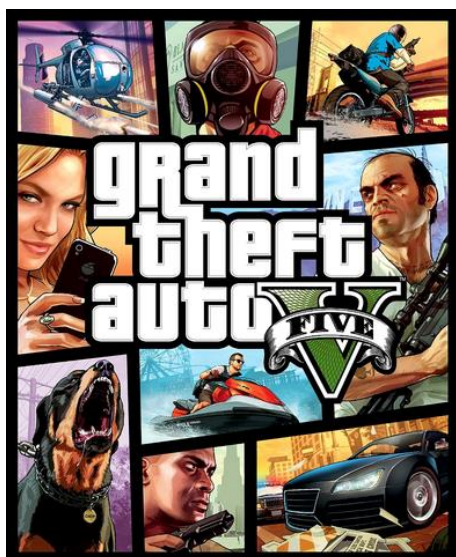


Figura 22 - Grand Theft Auto V (2013)



Figura 23 - Halo 2 (2004)

Apesar do declínio do auge de jogos com *pixel art*, houve alguns que se mantiveram e demonstraram grande sucesso, tal como o *Pokémon Gold and Silver* lançado entre 1999. *Pokémon* tornou-se extremamente popular hoje em dia, com o sucesso contínuo da *Nintendo* e viu a sua estreia na *Game Boy*, em 1996, mas com a evolução do jogo, este ganhou sequelas à medida do tempo, onde uma delas foi a segunda geração na *Game Boy Color*. Nesta também se aproveitou por completo a paleta de cores da *Game Boy*, a interface melhorada e o aumento de espaço no sistema, tal como um melhor balanço do jogo em geral (Harris, 2020).

Mas este não foi o único jogo que aproveitou o hardware para criar uma versão melhorada e mais avançada de jogos anteriormente publicados. Vejamos o exemplo do *Tetris* lançado em 1998, na figura 24, bastante popular na altura, onde foi feita uma versão para a *Game Boy* na geração dos 16 bits em 1989. Só em 1998, é que este recebeu uma versão colorizada, denominada de *Game Boy Color*.

De volta à *PlayStation 2* em 2000. Esta foi a consola mais vendida até há altura, registada até ao seu lançamento. Em relação às unidades de armazenamento, esta apresentava apenas duas: o *CD-ROM* e o *DVD-ROM*. Tal como jogos exclusivos para a consola, as características que a tornaram excepcional foram o seu *Emote CPU* e o facto de a consola apresentar duas entradas de USB. Efetivamente, esta continuou com o seu enorme sistema de armazenamento de jogos. A principal unidade de processamento central (*CPU*) do *PlayStation 2*, é o *Emotion Engine* de 128 bits. O *software* para a

PlayStation 2 foi distribuído principalmente em *DVD-ROMs* azuis, com alguns títulos publicados em formato de *CD-ROM*.

Outra consola que popularizou e ajudou na recuperação e ressurgimento da *pixel art*, foi a *Game Boy Color*, já referida anteriormente, por ser a consola que lançou o *Pokémon Gold and Silver* e *Tetris*. Criada pela Nintendo e sucessora da *Game Boy*, esta apresentou um sistema de cor mais avançado que a *Atari Lynx*. Esta foi a primeira consola portátil com um sistema de cor, lançada em 1989, ao contrário da maioria dos sistemas monocromáticos, que teriam sido realizados até à altura. A razão pela qual *Atari Lynx* falhou, foi devido a sua única novidade do sistema de cor, que na altura não era justificável a compra de uma nova consola. Ao contrário disso, a *Game Boy Advance*, sendo esta uma consola de 32bits e diferente da sua versão anterior, esta foi criada com um design mais distinto e um ecrã iluminado, chamado de *frontlit screen*, que recebeu maior popularidade em geral (Custodio, 2020).

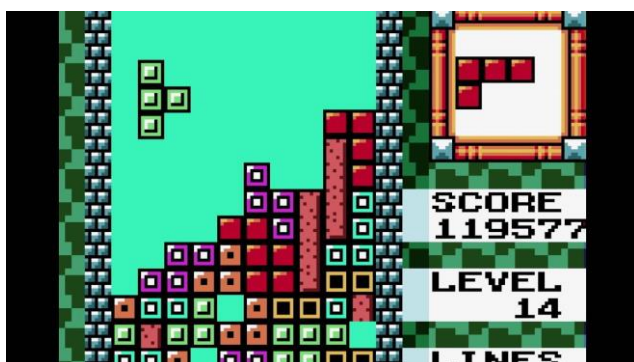


Figura 24 - Tetris DX – (1998)



Figura 25 - Consola Game Boy Advance (2001)

Além disso, tivemos lançamentos como a *Game Cube* em 2001, a primeira consola da Nintendo a usar *CD-ROM* como meio de armazenamento principal. Esta também ofereceu suporte a jogos *online* limitados a um pequeno número de jogos, através de um adaptador de banda larga ou *modem GameCube*, que pode se conectar a um *GameBoy Advance*, com um cabo de ligação. A consola foi elogiada pelo seu comando, extensa biblioteca de *softwares*, jogos de alta qualidade e por não conter uma média baseada em cartucho.

A partir desta geração, entramos numa época pré-contemporânea da *pixel art*, cuja sua popularidade aumentou, tal como o 3D, que ficou cada vez mais refinado. O 2D, com a evolução dos sistemas computacionais alcançou novos patamares rivalizando os estilos poligonais. A diferença entre esta e a outra geração, globalmente, é a sua popularidade e o uso destas tecnologias, bem como o facto de ter alcançado avanços ao nível de processadores e outros aspetos tecnológicos. Tivemos muitas

consolas populares, que criaram sistemas e refinaram outros, sendo essas consolas de antigos sucessores, como a *PlayStation 3*, a *Xbox 360* e a criação da *Wii*. Em relação aos sistemas portáteis, estas alcançaram um avanço maior do que as domésticas, com a introdução da *Nintendo DS*, que apareceu com a criação de um novo sistema interface chamado *Touch Screen*.

Alguns dos jogos que apresentaram importância na cultura da *pixel art* nesta geração, foram jogos como *Dr. Mario 64* na Nintendo em 2001, *Darkstalkers Chronicles: The Chaos Tower* PlayStation Portable em 2004, *Kuru Kuru Kuririn* para a Gameboy Advance em 2001, *Dune 2000* lançado em 1998, tal como continuções de jogos como *Red Alert 2* (2000) e *Commandos 2* (2001). Apesar destas empresas ainda se focarem na criação de jogos 3D, ainda eram produzidos jogos em 2D, apesar de ser em uma quantidade bastante reduzida. Muitos destes jogos, tem gráficos virtualmente parecidos com as *arcades*, sabendo que são essencialmente versões *pixel-perfect* exportadas das máquinas *arcades*, tal como o exemplo *Darkstalkers Chronicles: The Chaos Tower*. Apesar de todos estes exemplos, o que mais se destacou foi *Passage* lançado em 2007. Este jogo é considerado um exercício na gamificação do minimalismo, tendo apenas 5 minutos de duração, consegue ser um dos jogos mais memoráveis e significativos da sua época. Demonstrando que os jogos podem ser vistos como forma de arte e não apenas entretenimento (Burch, 2007). Além disso, nesta época a maioria dos jogos agora são exibidos numa resolução convertida de 480p (em comparação com o 240p padrão).



Figura 26 - Passage (2007)

Tal como dito anteriormente sobre as consolas portáteis, estas evoluíram gradualmente a nível de sistemas e gráficos, tendo uma grande melhoria comparando com a geração anterior. Existem alguns exemplos, como o lançamento da *PlayStation Portable em 2004*, que conteve o hardware mais poderoso até ao seu lançamento. A *PSP* tinha, também, uma vasta gama de recursos de multimédia, como a reprodução de vídeo e, por isso, foi considerada, uma reprodutora de média portátil. Além disso, foi a única consola portátil a utilizar um formato de disco ótico, o *Universal Media Disc (UMD)*. Em contrapartida, tivemos o lançamento da *Nintendo DS* que rivalizou a *PlayStation Portable*, tendo sido desenvolvida pela *Nintendo*. Esta introduziu novos recursos para os jogos tal como ecrãs LCD duplos que trabalharam em conjunto, sendo um deles o *ecrã tátil*, e tendo um microfone embutido, bem como um suporte para conectividade sem fios. Ambos os ecrãs se encontram envoltos num design de

concha semelhante ao *Game Boy Advance SP*. Em contrapartida estas consolas, tiveram grande popularidade nos seus lançamentos em relação à jogabilidade dos seus jogos, mas também perspetivamos consolas com outros objetivos, tais como um sistema educacional e de entretenimento habilitado, chamado de "Zeebo" lançado em 2009. Este tinha como objetivo trazer diversão e emoção do entretenimento interativo e a educação para aqueles que tiveram pouco, ou nenhum acesso a tal tecnologia.

Embora a *pixel art* já exista há muito tempo, é agora que as pessoas começam a percebê-la como um meio artístico legítimo que não precisa estar sujeito exclusivamente a videojogos (Kylmääho, 2019). Entramos, assim, numa geração contemporânea, que acaba por ser parecida com a anterior a nível do mercado dos jogos. No entanto, começam a aparecer cada vez mais, sistemas que representam gerações passadas, com um estilo mais retro. Por que razão a *pixel art* continua a ser popular atualmente, quando já não existem limitações tecnológicas tão restritas e relevantes? Houve um rejuvenescer da relevância da *pixel art*, tendo como razão principal a nostalgia. Mas não seria apenas isso, mas sim a paixão pela simplicidade, algo que relembra ao jogador a sua infância e que consiga transmitir uma luz através de uma nova dimensão da *pixel art* (Samuelson, 2020). O que antes, era um fator limitado, agora já temos a liberdade de optar por fazer o que desejarmos. Essa liberdade estilística e de *softwares*, está cada vez mais a aumentar com a sua diversidade, popularidade e entusiastas, tal como o mercado e os seus sistemas. Um bom exemplo de um jogo que demonstra isso é *Proteus* (2013). Neste conseguimos verificar o que sucede na coexistência de *pixel art* com o 3D. *Proteus*, demonstra um próximo passo na criação de gráficos realistas num estilo de blocos como a *pixel art*, tal como o uso de gráficos simples e coloridos para sua vantagem (Byford, 2014).

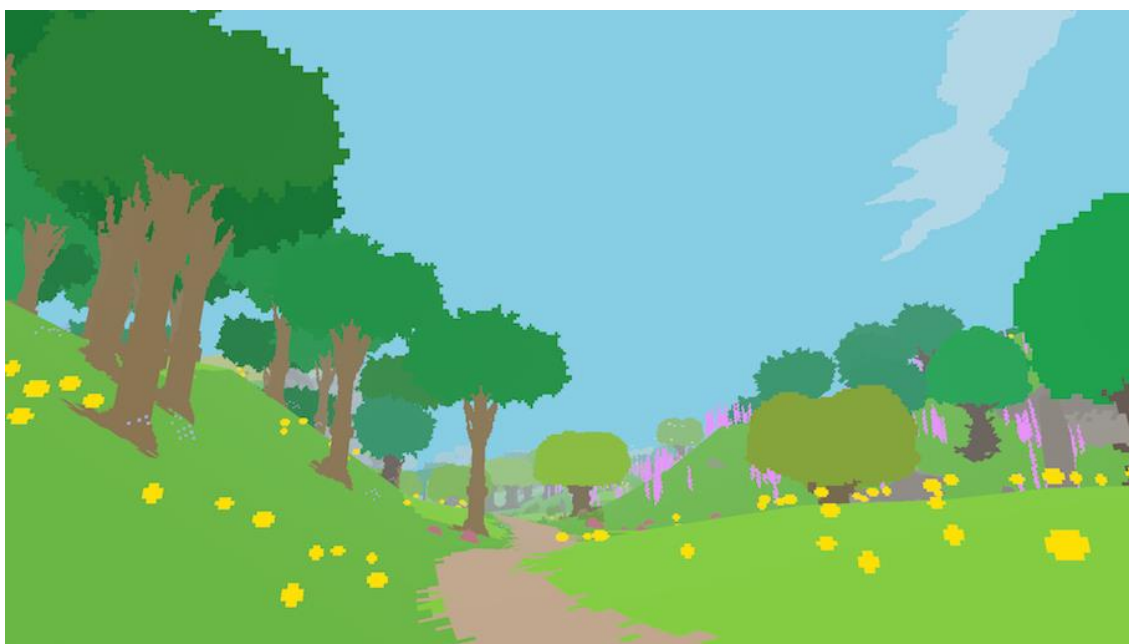


Figura 27 - Proteus (2013)

Um diferente exemplo de jogo que demonstrou pertinência e um impacto cultural na comunidade de jogos, foi *Shovel Knight* lançado em 2014. Este é um jogo 2D *side scrolling platformer* jogo, desenvolvido para o *Microsoft Windows*, *Nintendo 3DS* e *Wii U*, cujos gráficos e o gameplay foram inspirados por jogos da *NES*. Para além disso, apresenta um estilo 8 bit na primeira campanha do jogo chamado *Shovel of Hope*. Este jogo apresenta similaridades com *DuckTales (1989)* e *Zelda II: The Adventure of Link (1987)*, exibindo, desta forma, semelhanças e influências de várias gerações, tal como estas estão ligadas. Outro êxito artístico que mudou o género do *simulation role-playing video game* depois do seu enorme sucesso ao longo dos anos, além de ter sido criado por apenas uma pessoa ganhado bastante sucesso pela internet, foi o *Stardew Valley* lançado em 2016. Os jogadores foram atraídos pelos seus gráficos e animações refinadas e relaxantes, o que levou a ser o vencedor de muitos prémios, tal como o Melhor Jogo Independente desse ano.



Figura 28 - Shovel Knight (2019)



Figura 29 - Stardew Valley (2016)

Um jogo totalmente diferente é o *Superbrothers: Sword & Sworcery* (2011). É um jogo de aventura independente criado por *Superbrothers* e *Capybara Games*. Neste jogo, grande parte do diálogo é concretizado através do pensamento, com um livro mágico que permite a personagem ler a mente das pessoas. O personagem pode saltar entre dois mundos: o mundo "real" e o mundo "dos sonhos". Para além disso, o seu estilo bastante distinto e os seus grandes ambientes de alta resolução, acabam por originar um efeito e estilo inovador na comunidade.

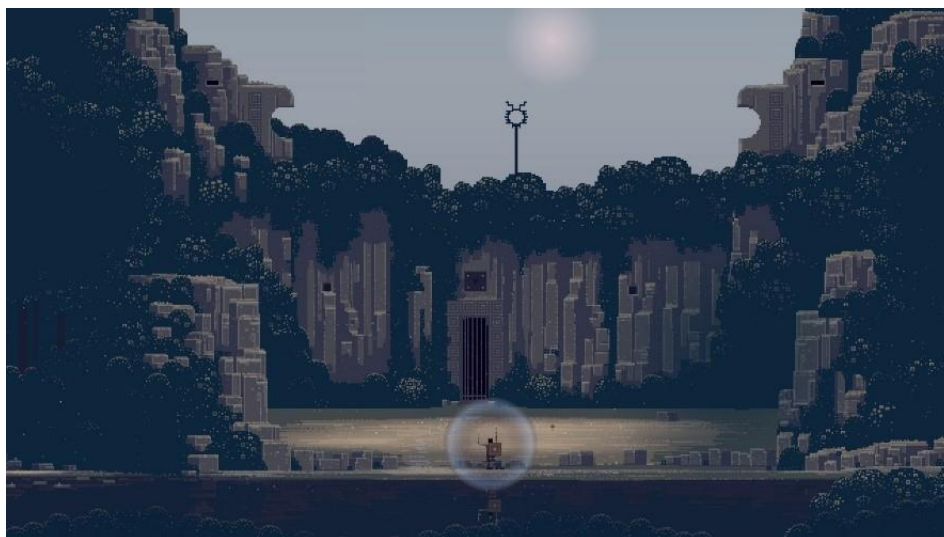


Figura 30 - Superbrothers Sword & Sworcery (2011)

Outro exemplo, que se distinguiu pelos seus gráficos atmosféricos, excelente apresentação e ambientes únicos, foi *Blasphemous*, lançado em 2019. Este é considerado um *metroidvania*, um subgênero de ação e aventura focado em exploração não linear. Apesar deste gênero não ser uma novidade, podemos observar o que acontece quando a *pixel art* tem uma excelente direção e consistência, no que diz respeito ao aspeto visual. Além disso, recebeu críticas positivas sobre os seus visuais, animações detalhadas, combate, *boss battles* e uma intercomunicação mundial, enquanto apresentava um aspeto de criticismo na sua história (Petite, 2020).



Figura 31 - Blasphemous (2019)

As consolas da geração atual, retratam jogos retro, desde o 1bit até às gerações adiante. Um exemplo, seria a *PlayDate*, lançada em 2019, no qual o seu plano inicial foi o interesse na inclusão de jogos não representados por desenvolvedores e criadores. A equipa queria fazer algo diferente, mas que contivesse qualidade. Desta maneira, criaram uma consola que era possível caber na palma da mão do jogador, que continha uma pequena resolução de 76 x 74 x 9 mm, comparando a muitos sistemas portáteis de hoje em dia. Também verificamos a inclusão de um novo mecanismo, chamado *crank*, que serve como movimento principal nos seus jogos. Em relação à sua paleta, está tem um ecrã especial a preto e branco, que, ao contrário de ser *blacklit* como muitas consolas, é bastante refletivo, sendo visível em qualquer luz. Outro exemplo, é o *Analogue Pocket*, lançado em 2021 e criado como tributo às consolas portáteis, feito para jogar videojogos da era de 16bit até a era de 128 bits. Além disso, esta partilha um design semelhante com a *Game Boy*, mas com botões adicionais para suportar diferentes plataformas. É, igualmente, compatível com cartuchos da *Game Boy* e *Game Boy Advance*, através de adaptadores de cartuchos.



Figura 32 - Consola Analogue Pocket (2021)



Figura 33 - Consola PlayDate (2019)

Com a evolução das consolas portáteis e domésticas e com a evolução da tecnologia de hoje em dia, estas conseguiram criar múltiplos sistemas, que tanto podem ser portáteis, como domésticas, denominadas de híbridos. Um exemplo desta consola, é a *Nintendo Switch*, lançada em 2017. A *Nintendo* comentou que, apesar de ser uma consola híbrida, reforçou que é maioritariamente uma consola doméstica. Esta tem *chipset* baseado no *Nvidia Tegra*, para tornar o desenvolvimento da consola de vídeo jogos mais fáceis para os programadores e mais compatível com os motores de jogos existentes. Em comparação como sempre vimos desde as gerações antigas,

empresas como *Sony*, *Microsoft* e *Nintendo*, desenvolvem novas consolas que, apesar de existirem exceções, são usualmente refinamentos de consolas anteriores, dependendo dos meios de tecnologia em cada época. Exemplo disso, é a *PlayStation 4* e a *Xbox One*, ambas lançadas em 2016.

Para concluir e reforçar o meu ponto de vista até agora, podemos verificar que, com o decorrer dos anos, a tecnologia tem evoluído e com isso as possibilidades de criação dos seus sistema e jogos, têm aumentado. Maioritariamente, estes provocam uma saudade nostálgica no passado, tal como a procura por algo mais simples que, nos tempos contemporâneos, com o 3D alcançando o puro realismo, dificulta essa a diferença do real para o virtual. Todos estes avanços, provocam no jogador a procura pela simplicidade, ou mesmo para os criadores independentes, uma possibilidade de entrar nesta profissão de uma maneira menos complexa. Também conseguimos concluir, com as consolas contemporâneas, que a área de Jogos Digitais, tem vindo a aumentar de popularidade exponencialmente, bem como a procura pela evolução e pelo antigo, manteu-se. Tal como podemos observar com as inúmeras consolas e *remakes* de jogos das gerações passadas.

3. Projeto

Esta dissertação conta com a criação de um jogo, intitulado de *Pixel Time Travel*. Este protótipo surge com o intuito de complementar a minha pesquisa, de maneira a retirar conclusões sobre a representação visual da *pixel art* ao longo das gerações.

Este contém uma série de níveis; respetiva arte e design de cinco gerações da *pixel art*; faixas de áudio e banda sonora respetiva às consolas de vídeo jogos e outros sistemas pertinentes à minha pesquisa. O resultado final é um *endless runner*, que irá transmitir o foco principal da minha investigação, bem como, descobrir como um designer lida com a sincronização de diferentes estilos num jogo.

3.1 Investigação e Pré-Produção do Jogo

Em seguimento do Estado de Arte, foi realizado um levantamento de referências visuais de diferentes géneros de jogos de *pixel art* que mais me inspiraram para a criação do projeto. Esses sendo, *Superbrothers: Sword & Sworcery* (2011), *Super Mario Bros.* (1983), *Passage* (2007), entre outros.

Estes exemplos ajudaram-me a compreender o modo mais interessante para apresentar o meu conteúdo, tal como o tipo de arte poderia ser adequado e visualmente semelhante a esses exemplos. Além disso, foi relevante perceber os limites de cada geração, bem como as técnicas que outros designers e criadores de jogos têm utilizado atualmente.

Deste modo, o primeiro passo, seria consultar a minha revisão de literatura e perceber que jogos pertenciam a que geração. Ao fazer um levantamento geral de cada período; das técnicas; das tecnologias; do hardware e dos limites de cada consola, assimilei positivamente uma maneira de criar um projeto que fosse esteticamente semelhante aos estilos de jogos de *pixel art* originais.

Tabela 1 - Limitações de cada geração

Cenários	1-bit	3-bit	8-bit	16-bit	Modern
Resolução	55x31	104x58	256x144	348x196	400x225
Cores por Sprite	1	5	12	64	-
Resolução por Sprite	Até 8	8x16	8x16 (16x32)	32x64	-
Cores do ecrã ao mesmo tempo	2	8	16	482	-
Cores	2	8	256	65,538	-
Scanline	-	-	4	8	-
Frame Rate	-	12	12	12	12

Para mostrar a coexistência dos estilos, decidi optar por um *endless runner*, tendo como objetivo, à medida que o jogador progredia no jogo, a eventualidade de se alterar visualmente de geração em geração. Processo este, que seria realizado com o mínimo de incómodo no jogador possível, de forma a criar um jogo polido e delicado para a visão do jogador. Outras razões que me levaram à decisão deste subgénero de jogo, foi a reutilização do mesmo ambiente, cenário e *assets*. Possibilidade esta, que me permitiu uma rápida construção, manuseamento e edição de cada nível novo, alterando apenas as especificações necessárias, tais como referidas na tabela em cima. Nota-se ainda, que o facto deste jogo não possuir um fim, permite-me a fácil adição de outras gerações numa possível continuação posterior deste projeto, sem grandes complicações narrativas.

3.1.1 Endless Runners

Com essa decisão feita, fora necessária uma pesquisa sobre casos de estudo de jogos *endless runner*, assim como a criação de uma narrativa para o jogo, de forma a ilustrar melhor o meu trabalho.

Os *endless runners* definem-se como jogos que não têm fim. O jogador irá progredir constantemente para a frente, com o propósito de se desviar de obstáculos para conseguir adquirir mais pontos ou sobreviver o máximo de tempo possível. Adicionalmente, foi necessário um estudo sobre a progressão de jogos de maneira a melhorar a experiência do jogador neste.

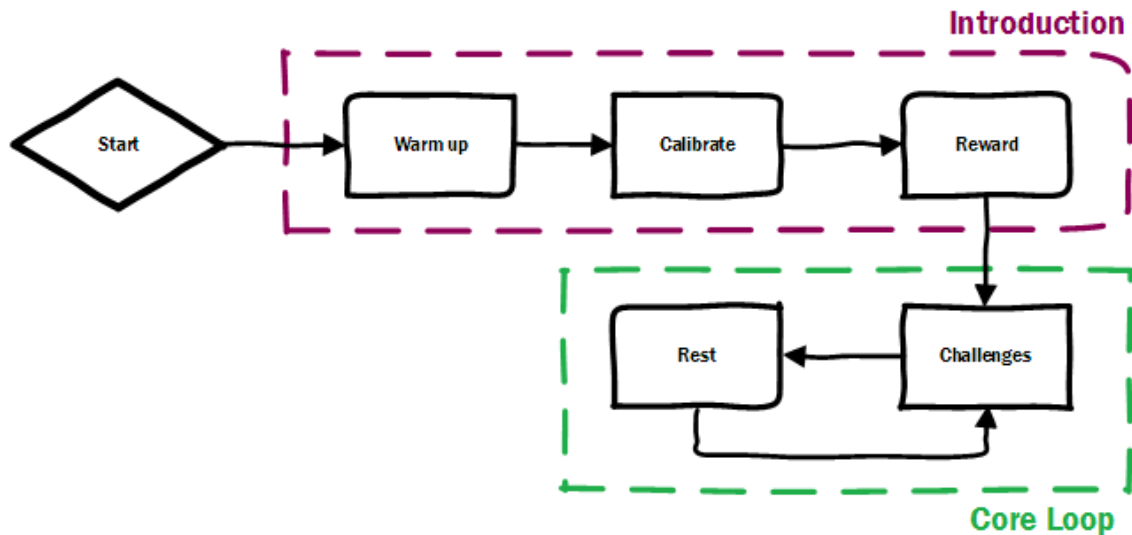


Figura 34 - Estudo do desenvolvimento da progressão de um jogo endless runner

Alguns desses pontos seriam o tempo de espera no início de cada nível, para o jogador se habituar à nova arte de cada geração antes de entrar na fase ofensiva deste, de maneira a perceber se existem novas mecânicas, quais são os perigos e onde estes estão situados. Com o decorrer do jogo, o passo é acelerado, para aumentar a dificuldade e a desafiar o jogador, de maneira a tornar o jogo mais interessante (Raimbault, 2016).

O conceito de *endless runners* ofereceu-me mais perspetiva para explorar este oposto de gerações. O conceito de *loop*, enquanto a personagem corre, oferece a possibilidade do jogador se moldar no ambiente, enquanto esse se altera progressivamente e fluidamente.

3.1.2 Softwares

Para este projeto, foram escolhidos alguns softwares para o desenvolvimento do jogo, tais como o *Adobe Photoshop*, para a criação de *assets* visuais e as animações necessárias para toda a *pixel art*. Apesar de existirem outros softwares dedicados exclusivamente à *pixel art*, como *Aseprite* e *Pixie Engine Editor*, conclui que o *Adobe Photoshop* seria o mais complexo e global para fazer arte relativa a todas as gerações, devido à facilidade de aumento do ecrã e à minha própria experiência pessoal no programa.

Em relação à programação, optei por fazer uso do motor de jogo multiplataforma *Unity*, devido a facilidade de criação de jogos 2D.

Projeto

Em relação à criação da música e do áudio, esta foi tratada da mesma maneira que a arte. Cada áudio foi referido às consolas e aos jogos de cada altura, ou seja, cada geração tinha limitações nos áudios, tais como nas artes, devido às ferramentas e meios que se encontravam disponíveis na época. Apesar de o foco da minha dissertação ser a estética, achei importante a implementação de uma pequena pesquisa de som, de maneira a concretizar as limitações de forma o mais fiel possível ao meu protótipo.

Os *softwares* usados na música, englobou o *Korg Gadget*, utilizado para sintetizar as faixas dos sons e escrever a música. Também foi utilizado o Pro Tools, de forma a limpar o áudio e a exportar os ficheiros corretamente, de maneira a permitir a sua fácil implementação no Unity. Em relação aos sons, foi feito uso dos programas como o referido em cima, juntamente com o Beepbox, que através da experimentação de diferentes definições, e misturas de tons, os áudios foram criados.

3.1.3 Narrativa

Para este projeto, comecei por fazer um *brainstorming* de ideias para a narrativa do jogo, de maneira que fizesse sentido a inclusão de várias gerações numa única narrativa.

Desta forma, foi criado um *Game Design Document* para uma melhor organização de conteúdo, tal como, a criação de um glossário de imagens que me auxiliasse no progresso do trabalho. Neste, foram escolhidas as mecânicas; os tipos de inimigos e obstáculos; as vidas; as animações; os menus e as evoluções de geração para geração.

A narrativa aborda uma personagem principal, nomeadamente, um cientista, que trabalha com portais e com tecnologia futurística, quando, repentinamente, acontece uma avaria e o jogador é obrigado a entrar num fluxo de tempo, no qual necessita de capturar porcas metálicas (os pontos do jogo), de maneira a arranjar o portal e avançar para a próxima geração.

3.2 Produção do Jogo

3.2.1 Pixel Art

Relativamente à arte, para este projeto foram trabalhados vários elementos visuais em várias gerações, havendo uma repetição destes, com algumas adições e mudanças na arte, sempre que se progredia para uma geração mais recente.

Com referência à minha revisão de literatura, obtive informação sobre múltiplos exemplos de resoluções de vários sistemas e consolas ao longo de todas as gerações, o

Projeto

que me permitiu escolher uma resolução para cada geração de uma maneira fiel as consolas da altura. Mantendo esse estudo para todos os elementos da arte, tais como a paleta de cor, o número de cores em simultâneo no ecrã, o máximo de cores por *sprite* e até adições extras que irei entrar em detalhes respetivamente em cada geração, consegui obter resultados mais satisfatórios na sua resolução.

A primeira geração que irei detalhar será a 1-bit. Esta é a geração mais simples de todas as gerações devido aos limites existentes da altura. Para esta, delimitei um máximo de 3 cores em geral na paleta cromática, de maneira a uma facilitar a criação da arte, de forma a ser algo mais apelativo ao olho. Neste caso, seria a adição da cor verde, que conseguimos observar na figura 35 em baixo, tal como o branco e preto para suportar o ecrã de uma maneira mais suave, técnica que se aplicou na criação dos restantes *assets*, que tinham um tamanho menor de 8 pixéis.

Geralmente, o ecrã desta geração contém 55x31 pixéis. Já nas animações, estas também são extramente limitadas, tendo no máximo 1 *frame* por animação, que simplesmente envolve a rotação da personagem ou o seu movimento. A maior influência neste cenário foi o jogo *Pong* (1972).



Figura 35 - Ilustração do cenário 1-bit do meu protótipo

A geração dos 3-bits consegue ser bastante parecida com a anterior. Apesar de haver uma grande evolução a nível visual, ainda está bastante longe do que é possível atualmente. Nesta, optei por fazer uso de uma resolução de ecrã de 104x58 pixéis e escolhi, de igual forma, utilizar um limite de 8 cores em simultâneo no ecrã, onde 5 delas iriam ser usadas no *sprite* do jogador, podendo também, ser utilizadas em

Projeto

simultâneo com outros *assets*. Para além disso, dessas 8 cores, 4 seriam o máximo por *scanline*.

Em relação aos *assets*, de forma a popular o mapa, desenhei, de uma maneira bastante simplificada, um tanque de vidro, uma televisão e um portal, para criar o ambiente e transmitir uma visão de um laboratório. Todavia, devido ao limite de *assets* possíveis de ter em simultâneo e à resolução do ecrã, as mecânicas desta geração ainda são um pouco limitadas. Apesar disso, as adições de animações mais complexas foram possíveis, onde nesta incluí uma animação de correr com 8 *frames*; uma de saltar que foi criada a partir de um *frame* da animação de correr, elevando esta; uma animação de agachar, com 2 *frames*, para se desviar dos obstáculos e uma de morrer para terminar o jogo. As maiores influências neste cenário foram jogos como *Space Invaders* (1978) e *Major League Baseball* (1980).



Figura 36 - Ilustração do cenário 3-bit do meu protótipo

Em seguida, chegamos à geração dos 8-bits. Nesta, obtivemos uma grande evolução comparado com a geração anterior, onde o limite de 8 cores que tínhamos passou a ser entre 21 e 54 cores, tendo apenas 32 dessas em simultâneo no ecrã. No aspeto visual da personagem, finalmente tive a possibilidade de a melhorar anatomicamente, tal como o aumento de detalhes nos *assets* em geral. Foi neste cenário, que tivemos a adição de uma nova animação, sendo essa, a do jogador a sair do portal.

Em relação as mecânicas, tivemos o acréscimo do efeito *parallax* no plano de fundo. Este efeito é uma técnica de computadores gráficos onde o plano de fundo ou outra camada designada pelo criador, move-se, passado a câmara de uma maneira mais lenta, criando a simulação de profundidade e distância (Bone, 2014). Em geral

Projeto

para a resolução do ecrã, nesta geração, optei por escolher uma resolução de 256x144 pixéis.

Todas as resoluções foram baseadas em jogos e consolas dessa geração específica. Em adição, neste cenário tivemos uma evolução das animações, tendo elas mais *frames* complexos nos *sprites* de maior resolução. Além disso, foram feitas adição de *assets* novos como máquinas futurísticas decorativas, numa camada acima da do jogador, para criar ainda mais obstáculos visuais no jogo, de maneira a o tornar mais desafiador, tal como era necessário para a criação do efeito paralaxe em todas as gerações seguintes. As maiores influências nesta geração foram jogos como *Pac Man* (1980), *Galaga* (1981) e *Super Mario Bros* (1985).

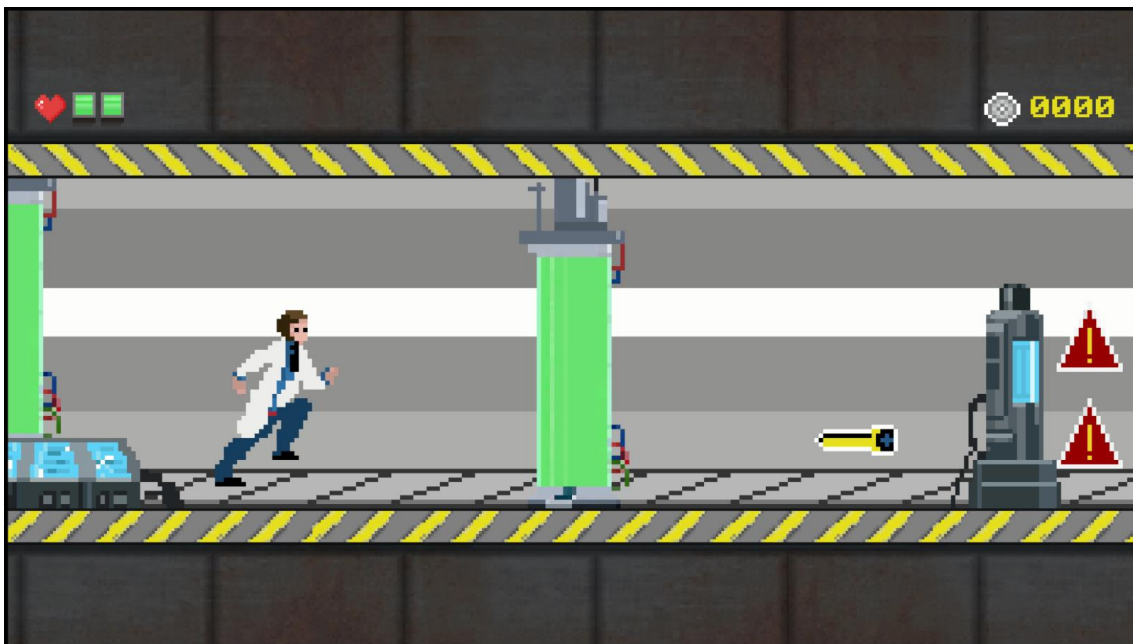


Figura 37 - Ilustração do cenário de 8-bits do meu protótipo

Logo depois, chegámos a geração de 16-bits. Esta foi uma das últimas gerações antigas que exemplifiquei no meu projeto, tal como referido na minha revisão de literatura, a partir desta, a *pixel art* começa a ficar cada vez menos popular com o aparecimento do 3D, e as diferenças visuais nas próximas gerações das consolas não é tão visível e notável como as gerações apresentadas até agora. De qualquer maneira, nesta geração, optei por introduzir o *dithering* na arte. Este conceito é uma técnica que cria a ilusão de profundidade de cor numa imagem, mas com um limite de cores, que ao proceder à sua mistura, elas assemelham-se. Além disso, o *dithering*, quando se encontra visível, pode ser visto como grãos de pixéis (Westerdiep, 2017), tal como podemos observar na personagem desta geração na fig. 38. Em relação à resolução do ecrã, este aumentou, nomeadamente para uma resolução de 348x196. Devido à evolução da tecnologia, esta permitiu nos oferecer mais detalhe em tudo. Quanto às cores, estas já poderiam chegar até ao limite de 512, daí a ausência de criação de arte a

Projeto

partir destas gerações, devido à enorme quantidade e possibilidade de criação. Assim sendo, podemos obter 482 cores em simultâneo no ecrã, tal como um *frame rate* de 60 fps.

Em relação ao *frame rate*, neste protótipo, eu decidi tratá-lo da mesma maneira que o U.I., que irei falar na próxima geração. O *frame rate*, foi escolhido não pela tecnologia e limite de cada geração, mais sim, pelo melhor aspeto e suavidade que demonstrava em cada geração, de uma maneira a focar-me no aspeto visual e suave do jogo e não no seu limite, considerando este aspeto, igualmente, um dos fatores que também me ajuda a provar melhor a coexistência destes estilos. No que diz respeito às mecânicas, efeitos e animações, estes remetem para os mesmos que os da geração anterior, apenas adquirindo uma maior resolução e melhoria na arte.

As maiores influencias nesta geração foram jogos como *Sonic the Hedgehog* (1991) e *Samurai Shodown* (1993).

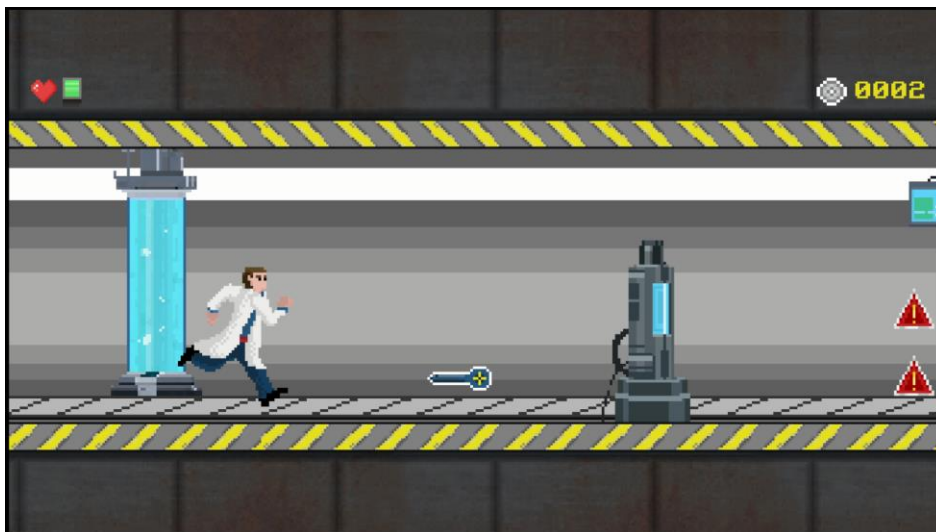


Figura 38 - Ilustração do cenário de 16-bits do meu protótipo

Em relação ao último cenário do meu jogo, identifiquei-o como sendo a geração contemporânea. Neste a criação da arte, desenvolveu-se de maneira diferente, onde o foco seria a criação de um estilo de arte mais único, que obtivesse um maior impacto comparado com as outras gerações, mas de uma maneira que não se perturbaria o *gameplay* do jogador. Com essas ideias em mente, tentei manter os *assets* o mais semelhante possível, mas melhorando novamente e aumentando, a sua resolução.

Acrescenta-se, ainda, uma mudança de perspetiva ambiental do campo de jogo, de forma a recriar um cenário visualmente mais agradável ao olhar do jogador.

Escolhi manter o ecrã numa resolução de 1080×608 em vez de 1080p para conseguir manter o mesmo *aspect ratio* em todas as gerações. Apesar de 1080p ser mais utilizado atualmente, tal como referi nos problemas da minha dissertação, esta foi

Projeto

uma das decisões que tive de tomar para obter um melhor apelo visual. Todas as escolhas de resolução de ecrã foram pensadas tendo em conta as consolas, contudo, mais tarde na sua criação, tiveram de ser ligeiramente alteradas de forma a obterem o mesmo *aspect ratio* em todas elas. Esta decisão, acelerou exponencialmente, a programação do jogo e melhorou, artisticamente, a visão deste, uma vez que diferentes *aspect ratio* levavam ao uso de barras pretas nos lados verticais do ecrã, que poderia levar a eventuais problemas na suavidade e na transição de cenário para cenário. Quanto às animações base, estas mantiveram-se, tal como a geração anterior, mudando apenas visualmente a personagem e adaptando essas animações ao novo visual. Já nos *assets*, adicionei outras animações, como por exemplo o surgimento de bolhas nos tanques de vidro, mas sendo estas apenas um elemento de decoração do espaço. No que toca às mecânicas, houve a adição de um sistema de partículas. Esta componente ocorre, quando o jogador obtém um ponto, onde surge, assim, uma pequena explosão de partículas. Ademais, foram adicionadas sombras 2D do *Universal Rendering Pipeline* do *Unity* na personagem, de maneira a criar mais dinamismo e profundidade, bem como de demonstrar uma evolução. Para esta, foi necessário, igualmente, o uso de um *shadow caster component*. Também é possível reparar na adição de luzes 2D proporcionadas pelo sistema do *Unity*, que foram utilizadas em *spot lights*, *sprite lights* e *free form lights*, de maneira a originar-se uma melhor atmosfera, que fosse equilibrada com as sombras, com o intuito de demonstrar o modernismo do *software* comparado com as gerações anteriores.

As maiores influencias nesta geração foram jogos como *Superbrothers Sword & Sworcery* (2011), que demonstram um estilo de arte único que procurava obter inspiração para o meu projeto, e igualmente o jogo *Stardew Valley* (2016) com todas as suas animações e suavidades presentes.

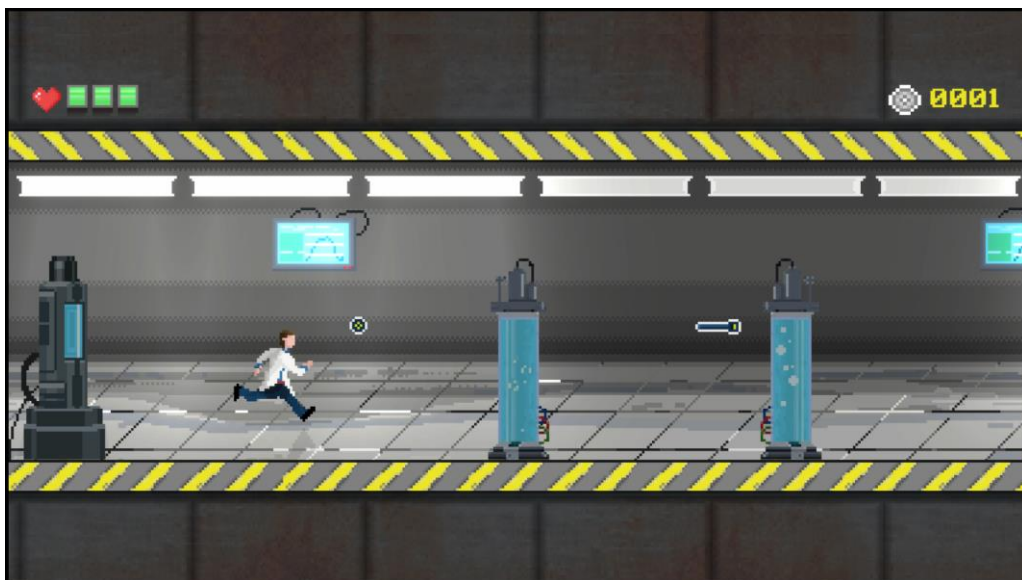


Figura 39 - Ilustração do cenário contemporâneo do meu protótipo

Projeto

No que concerne à interface do jogo, esta manteve-se igual durante o percorrer deste, com o objetivo principal de demonstrar tanto a quantidade de vidas do jogador, tal como a quantidade de pontos. Contendo este jogo, uma função de *Score Based*, esta quantidade de pontos, irá ser a pontuação final quando o jogador for deparado com o *Gameover*. Visualmente, a decisão de o manter igual ao longo de todas as gerações, foi um dos pontos que assegurou o cruzamento de todas as gerações, daí não existir a necessidade de utilizar os limites em tudo, o que num jogo *fast paced*, poderia influenciar e ser um aspeto negativo para o jogador. Efetivamente, esta coexistência de gerações, opera melhor em certas gerações do que em outras, visualmente.

Tal como podemos observar com as figuras acima de cada geração, a alta diferença de resolução no cenário de 1-bit com o *U.I* demonstra demasiado contraste nas cores e no tamanho, o que pode provocar uma visão desequilibrada no jogador e quebrar o passo do jogo. Na geração dos 3-bits, o *U.I* é adaptado relativamente melhor. O alto contraste do amarelo, com o resto do mapa, devido às limitações das cores, consegue balançar bastante bem, tal como integrar-se na área do *gameplay*. Com esta visão, deixa-nos a pensar no poder das cores e o quão elas influenciam a ligação entre estes dois fatores.

De seguida, partimos para as próximas gerações. Numa opinião geral, todos estes cenários conseguem ligar relativamente bem com a interface do jogo. O tamanho da resolução já não é muito diferente, comparado com as duas primeiras gerações. Desta forma, são capazes de criar uma boa coexistência com o ecrã de jogo e o ecrã de interface.

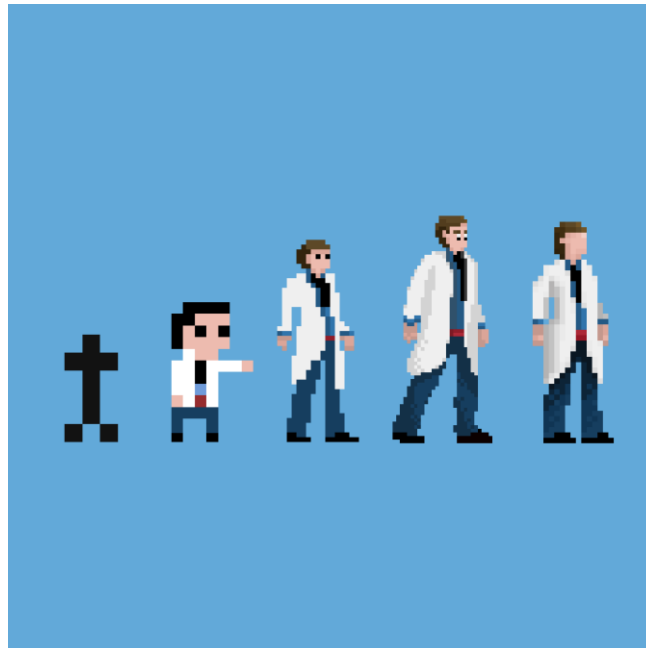


Figura 40 - Ilustração do jogador em todas as gerações do protótipo

3.2.2 Sound Design

Apesar do foco da minha dissertação ser a representação visual da pixel art e os seus limites para o desenvolvimento do projeto estudo do jogo, foi necessário e relevante realizar uma pesquisa adicional sobre diversos temas como o *sound design* e outras mecânicas dentro da programação e *game design*. Em relação ao *sound design*, este foi estudado e desenvolvido da mesma maneira que a arte, analisando cada geração denominada por mim, consoante a minha revisão de literatura e a pesquisa. Como referido anteriormente, estas gerações eram a *1 bit*, *3 bits*, *8 bits*, *16 bits* e uma geração que denominei como a geração contemporânea, que engloba desde os *32bits* até atualmente. Isto deveu-se à pouca diferença visual e à evolução que houve na arte dos jogos de *pixel art*, pois este já teria alcançado o seu auge.

Começando com a primeira geração e a mais limitada de todas, a *1 bit*, esta está composta por influências no género de música denominado de: *chipmusic*. Geralmente era considerada uma subdivisão, onde a única alternativa era a variação de amplitude ao longo do tempo, que era quantificada entre dois estados, alto e baixo, ligado ou desligado. Apesar de extremamente limitada e cheia de restrições, este som tem surpreendente uma expressão musical bastante versátil. Alguns dos exemplos que referi no meu estado de arte e que me influenciaram nesta geração na criação dos sons para o meu protótipo, foram jogos como *Pong* (1972), que fez uso de um único tom que se tornou icónico e foi, igualmente, um grande influenciador no aspeto visual do jogo e nas animações que eram possíveis com o *software* da altura. Temos como exemplo, certamente, o jogo *Space Invaders* (1978), cuja música era normalmente monofónica, *looped* e normalmente usada apenas em dois estágios dos jogos, entre o menu do jogo e no início do *gameplay* do jogo. Simplesmente, não existia memória suficiente na tecnologia da altura, para ter capacidade de suportar mais do que isso (Troise, 2020)

Desta maneira, seguimos caminho para a próxima geração, a dos *3 bits*. Nesta geração, conseguimos reparar numa maior evolução a nível tecnológico, o que permitiu a criação de faixas de músicas mais complexas, comparadas com os jogos *1 bit*. Desde os dias iniciais da música no mundo do vídeo jogos, esta têm tido as suas restrições técnicas englobadas dentro de um pequeno chip, numa consola integrada, tal como os *chiptune*, que continuam melodias com a configuração comum. Quatro dessas faixas, três eram formas de ondas sintetizadas e um canal de ruído para efeitos sonoros (Weaver, 2021). Nesta geração da *pixel art*, a música começou a ser desenvolvida rapidamente, onde já era possível obter mais de 11 faixas de música de uma vez, adicionalmente com *themes* e outros sons, como no jogo *Frogger* (1981). Graças a consolas como a *Commodore64*, que conseguiam filtrar efeitos que criavam um grande dinamismo na música na altura, que eventualmente seria uma questão de tempo, até à criação de diferentes *waveforms*, com a habilidade de produzir sons *4-bit* em 4 canais de som, permitindo a realização de grande parte dos sons dos jogos, nesta era inicial, possível. (Almalibrestudios LLC, 2022).

De seguida, viajamos até às gerações dos *8 bits*, uma das mais notáveis e memoráveis, devido à popularidade dos jogos lançados nessa altura e ao seu aspeto minimalista. Em relação ao áudio, este usualmente não especifica a quantidade de

Projeto

informações utilizadas para codificar uma secção normalizada de áudio (se o fizesse, seria comparável ao número de polegadas numa televisão, ou num papel impresso). A qualidade do áudio era considerada certa e satisfatória, mesmo que os requisitos exatos variassem entre os domínios do uso individual. Em vez disso, o 8-bit refere-se a uma amálgama de técnicas e estéticas, que conectam a visão do áudio, com a qualidade de vídeo das gerações passadas. Algumas das principais características técnicas do áudio, foram a resolução do seu afinamento; a informação sobre o tom de uma nota a ser sintetizada (que é representada usando diferentes quantidades de bits em diferentes chips); as técnicas de síntese escolhidas; o número de vozes; o uso de grades temporais; a impossibilidade de entrada musical intuitiva e o uso da repetição, de maneira a salvar memória e a tornar a consola o mais acessível possível. (DeCuir,2018). Alguns exemplos desta geração foram jogos como *Super Mario Bros.* (1985), *Pac-man* (1980) e *Galaga* (1981).

Com o passar do tempo, aterramos na geração dos 16 bits. Nesta, podemos observar algumas diferenças, em comparação com as das gerações anteriores, sendo as maiores diferenças, o facto de que o áudio 8 bit aqui soa menos natural, o tamanho dos ficheiros ser relativamente menor e terem simples implementação desse. Na geração de 16 bits o áudio tornou-se mais natural, com maiores ficheiros e com uma implementação mais complexa, podendo ir desde valores como 65,536 enquanto os 8 bit consegue um valor de 256. Em relação à música, esta recorre a gravações de áudio digitais, sendo o exemplo mais comum o *CD Player*, utilizado em resoluções 16 bit, que porventura, consegue maiores níveis de amplitude e uma margem menor de erros na *waveform* (Yadav,2022). Para finalizar a inclusão do áudio e a música no meu protótipo, temos a geração moderna que denominei desde a geração dos 32 bits até a atual, devido à pouca diferença visual na *pixel art* e à vinda do 3D nestas mesmas. Até agora, conseguimos visualizar bem os limites de cada geração e a partir destes, os limites acabam e recebemos a liberdade de usar a tecnologia que atualmente é possível, para o desenvolvimento do projeto. Será que essa liberdade coexistirá com a das gerações anteriores? Um exemplo bastante popular, foi o jogo *Undertale* (2015), que mistura uma variedade de músicas retro com elementos acústicos. Outro exemplo seria o jogo *Stardew Valley* (2016), que utiliza uma alta qualidade de áudio, apesar dos seus aspetos visuais.

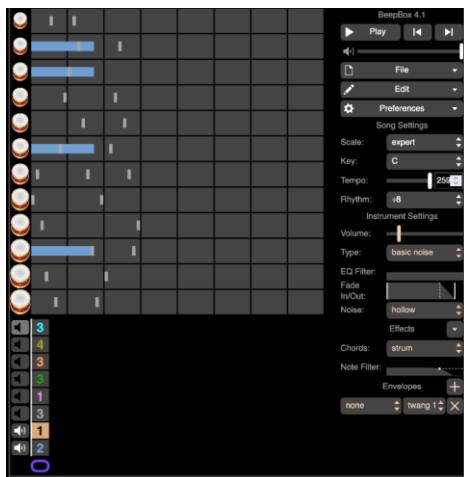


Figura 41 - Captura de Ecrã do BeepBox



Figura 42 - Captura de Ecrã do Korg SFX 16b

4. Conclusões e Trabalho Futuro

Nesta investigação considerou-se necessário percorrer a história de jogos *pixel art*, tal como as consolas e sistemas de jogos ao longo dos anos, de modo a aprender sobre a área de jogos digitais para o desenvolvimento do projeto final. Planear e produzir este jogo, provou-se uma tarefa recompensadora que, através da junção da leitura e do projeto, consegui experienciar uma boa combinação de prática com a teoria.

Como referido na revisão de literatura, a *pixel art* é um estilo ou técnica de arte única, em que as imagens são criadas e manipuladas ao nível do pixel. O que define a *pixel art*, é seu estilo visual, criado com uma menor densidade de pixéis. Isto não acontece com outro tipo de imagens digitais, ou seja, a baixa resolução é parte integrante do estilo, servindo os pixéis como blocos de construção para a imagem.

Em relação, ao uso contemporâneo desta, houve um rejuvenescer dos estilos da *pixel art*, tendo como razão principal a nostalgia. No entanto, não era apenas isso, era a paixão pela simplicidade, algo que relembra ao jogador a sua infância. Esse efeito transmitia uma luz para uma nova dimensão da *pixel art*, que já não era definida por limitações, mas sim, por se caracterizar como uma arte muito mais livre e com poucas restrições. Com a vinda do interesse na inclusão de jogos, que não eram representados por desenvolvedores e criadores destes, ajudava na sua expansão de popularidade contemporânea. Além disso, também a facilidade de criação de jogos independentes, ajudou a facilitar a entrada nesta profissão.

Com apoio da minha pesquisa, consigo afirmar que a pixel arte é um género que ainda se encontra em desenvolvimento e está rodeado de espaço para inovação e novas expressões. Conseguimos ver isso, através de exemplos como *Sword and Sworcery* e *Hyper Light Drifter*, jogos impossíveis de desenvolver no *hardware* no século passado. No entanto, é claro que há mais nestes jogos, do que um simples revivalismo. Acredito que este seja um estilo de arte, tanto como o 3D, como o 2D, que é manipulado e interpretado de maneira diferente por cada artista. Este estilo resulta de inúmeras estéticas diferentes, dentro da minha comunidade da *pixel art*.

Com isto, o protótipo cede à demonstração desses estilos, tentando delimitar de forma fiel os limites de cada geração, visualmente. Cada uma demonstra estilos que

foram baseados e referenciados em jogos das suas épocas, que me provaram através da minha pesquisa, que fizeram melhorias para a evolução da *pixel art* ou para a indústria de jogos. Algumas dessas melhorias, iam desde o *gameplay*, as *interfaces*, os menus ou o *hardware*. Reforço novamente, que o foco está na demonstração da estética e da existência desses estilos, tal como a tentativa de desenvolvimento de vários estilos no mesmo jogo.

Na verdade, a fusão destes géneros foi um processo de investigação demorado. Produzir um jogo, é sempre um processo trabalhoso, mas recompensador. Apesar disso, as diferentes resoluções das consolas provocaram uma dificuldade de implementação. Inicialmente, o ideal seria a criação de uma programação de raiz para resolver este assunto, mas devido ao pouco tempo, essa opção foi descartada. Assim, foi decidido o uso das mesmas proporções de ecrã para todos os cenários, que por sua vez, ajudou imenso na ligação de todas as artes, através da possibilidade de utilização do modo *fullscreen*.

Mas isso não foi o único modo que ajudou a provar esta coexistência, uma vez que o uso da mesma *interface* ao longo do jogo, provou ser uma ótima escolha, devido à fácil visualização e suavidade na transição de cenário para cenário. O uso de diferentes *frame rates* não associados aos limites, também conseguiram amenizar o *gameplay*, sendo estes os fatores principais que fugiram aos limites, de modo a possibilitar esta fusão.

Em relação ao tema acima, a fusão destes estilos foi apenas possível com a tecnologia contemporânea que temos disponível hoje em dia. Os diferentes *softwares* existentes atualmente, permitiram-nos, tanto o uso dos sistemas de partículas e luzes, tal como, a inspiração vinda das gerações anteriores, de modo a simular simples jogos. Infelizmente, a fusão de diferentes resoluções em apenas um único cenário, não foi algo que considere apelativo. A falta de anatomia e contrastes, que era provocado entre as diferentes resoluções, era demasiado grande. Também a diferença da ausência do *dithering*, com grandes blocos de cor, provocava conflito. A minha resposta em relação à coexistência destes estilos, é possível, apesar de não ser aconselhada entre gerações muito distantes. A meu ver, para ser possível uma boa combinação entre a fusão de gerações, são necessárias que estas contenham uma relativa proximidade temporal. Isto acontece, devido ao alto contraste e às drásticas diferenças de resolução de cada período que, podem causar distúrbios na criação dos jogos.

No que diz respeito ao desenvolvimento do projeto, penso que a criação deste, me provou que a arte *pixel art* pode ser extremamente alargada e livre hoje em dia. Obtive a liberdade de desenhar de qualquer maneira, desde que respeitasse os limites que me propus do *hardware*, bem como outras especificações. Diria que é um aspeto extremamente bom para o desenvolvimento da arte, que sucede à liberdade de expressão e que, porventura, dá luz à criatividade.

Em relação aos diferentes estilos da *pixel art*, esta varia, usualmente, de artista para artista. O meu percurso académico até ao momento, foi uma grande influência para o estilo que escolhi desenvolver nesta investigação. Algumas dessas foram baseadas através de estudos dos limites dos pixéis das personagens, como *Mario* e *Pac-man*, que influenciaram bastante a escolha das paletas de cor e o tamanho dos *sprites*. O desenvolvimento do *level design* e a pesquisa sobre a progressão do

gameplay dos jogos, também gerou um melhor compreender no processo que vem por detrás da criação disto tudo. Para além disso, associei tons azuis e cinzentos, para demonstrar os níveis e as personagens. Isto tudo, com o objetivo de obter um balanço de cores entre todas as gerações, presentes num plano de fundo científico e futurístico.

Com este trabalho, concluo que a *pixel art* realmente encontrou o seu lugar nesta era contemporânea, como uma nova e diferente forma de expressão e entretenimento para os jogadores. A sua estética já não se prende à tecnologia da maneira que era antigamente, tornando-se um novo meio de comunicação e uma forma de estética inovadora, que como referido anteriormente, não se prende ao limite, mas sim ao que desejamos. Conseguimos comprová-lo com a criação deste protótipo, que dispunha como objetivo principal, a coexistência desses estilos, num único jogo.

Posteriormente, este projeto poderá ser mais desenvolvido, com a adição de novas gerações, como por exemplo, o uso das gerações do 32 bit até à atualidade, mas provavelmente num aspeto não tão estético, devido à pouca evolução visual da *pixel art*, durante o aparecimento do 3D. Contudo, essas seriam mais focadas num aspeto de áudio e programação, graças à evolução da tecnologia. Para além disso, com o progredir dos anos, somos deparados com novas possibilidades de crescimento da *pixel art*, tal como, a fusão com novas evoluções como a Realidade Aumentada, a Realidade Virtual e muitas outras novas tecnologias. Adicionalmente, o desenvolvimento de um jogo com a mistura destes estilos de diferentes gerações, através de programas específicos, poderá ser mais fiel com o seu devido tempo de criação. O mesmo aplica-se a misturas da *pixel art*, com outros estilos de arte digital.

Desejo, que no futuro, a *pixel art* continue a ser vista como o meio estético que bem merece.

Glossário

Boss battles - Os chefes são geralmente muito mais fortes do que outros oponentes que o jogador enfrentou até aquele ponto e vencer requer um maior conhecimento da mecânica do jogo.

Chipset - uma coleção de circuitos integrados que são projetados para funcionar juntos como uma unidade, especialmente para executar uma tarefa específica dentro de um sistema de computador.

Emotion Engine - é uma unidade de processamento central desenvolvida e fabricada pela Sony Computer Entertainment e Toshiba para uso no console de videogame PlayStation 2

Fast paced - série de eventos movendo-se ou desenvolvendo-se muito rapidamente.

Frame rate – velocidade de fotogramas

Frontlit screen - é aceso na frente da tela, e não na parte de trás.

GPUs - um processador especializado originalmente projetado para acelerar a renderização gráfica.

Hardware - Qualquer equipamento físico como chaves, fechaduras, correntes e peças do próprio computador, são chamados de hardware.

High Score - Uma pontuação que é a mais alta ou entre as mais altas para um jogo específico, geralmente registada em uma tabela de pontuações mais altas.

Metroidvania - é um subgênero de videogames de ação e aventura focados em exploração e progressão não lineares e de utilitários.

Platforming - é um gênero de videogame e subgênero de jogos de ação em que o objetivo principal é mover o personagem do jogador entre pontos em um ambiente renderizador.

Rambus RDRAM - é um subsistema de memória projetado para transferir dados em taxas mais rápidas.

Scanline - Indica o número de píxeis contidos em cada linha digitalizada.

Side scrolling - é um tipo de videogame em que um ângulo de câmera de visão lateral é usado para visualização de ação.

Simulation role playing - descreve uma supercategoria diversificada de videogames, geralmente projetados para simular de perto as atividades do mundo real.

Shooting - é um gênero de videogame onde o foco é quase inteiramente na derrota dos inimigos do personagem usando as armas dadas ao jogador.

Sprite - um gráfico de computador que pode ser movido na tela e manipulado de outra forma como uma entidade única.

Streaming - um método de transmissão ou recepção de dados (especialmente material de vídeo e áudio) através de uma rede de computadores.

Tech demo - é um protótipo, exemplo aproximado ou uma versão incompleta de um produto concebível ou sistema futuro.

Touch screen - um dispositivo de exibição que permite ao usuário interagir com um computador tocando áreas na tela.

Video game crash 1983 - a indústria de videogames foi atingida por uma recessão que quase significou o fim dos videogames para uma geração inteira.

Referências

- Alvarez, G. (2017, March 9). " *Pencils, Paints, or Pixels?: How Aesthetic Choices of Indie Games Affect Interactive Experience* ". Academia.Edu.
https://www.academia.edu/31788029/_Pencils_Paints_or_Pixels_How_Aesthetic_Choices_of_Indie_Games_Affect_Interactive_Experience_
- Almalibrestudios LLC. (2022, January 29). *Sound Design Retro Gaming - Galaga 1981* -. Almalibre Studios.
<https://almalibrestudios.com/sound-design/>
- Anderson, S. L. (2016, November 7). *Turning Pixels into People* by S. L. Anderson. Journal of Games Criticism. <http://gamescriticism.org/articles/anderson-3-2>
- Association for Computing Machinery. (2021, March 22). *The Games That Pushed The Limits Of The NES*. RetroGaming with Racketboy. <https://www.racketboy.com/retro/best-nes-graphics-sound>
- Atari INC.1980. *A Guide to Electronic Game Operation And Servicing*. AtariINC
- *Atari PONG - Game Console - Computing History*. (1974). Computing History.
<http://www.computinghistory.org.uk/det/4007/Atari-PONG/>
- Amaral, L. (2018, August 5). *A era 32 bits: os desafios de jogar os games dos anos 90*. GameBlast.
<https://www.gameblast.com.br/2018/08/jogos-zerei-era-32bits.html>

- Bone, S. (2014, July 17). *Parallax Scrolling: A Simple, Effective Way to Add Depth to a 2D Game*. Game Development Envato Tuts+. <https://gamedevelopment.tutsplus.com/tutorials/parallax-scrolling-a-simple-effective-way-to-add-depth-to-a-2d-game--cms-21510>
- Byford, S. (2014, July 3). *Pixel art games aren't retro, they're the future*. The Verge. <https://www.theverge.com/2014/7/3/5865849/pixel-art-is-here-to-stay>
- Cheishiru. (2021, February 23). [Ilustração das diferentes resoluções de pixel art]. Twitter. <https://twitter.com/cheishiru/status/1364149860367237123/photo/1>
- Chris. (2018, August 7). *Dave From EEVBlog Takes A Look At The Merlin Game From 1978!* Xadara. <https://www.xadara.com/2018/08/dave-from-eevblog-takes-a-look-at-the-merlin-game-from-1978/>
- Collins, K. (2017). *From Pac-Man to Pop Music: Interactive Audio in Games and New Media (Ashgate Popular and Folk Music Series)* (1st ed.). Routledge.
- Custodio, A. (2020, October 13). *Who Are You?: Nintendo's Game Boy Advance Platform*. MIT Press. <https://direct.mit.edu/books/book/4960/chapter-abstract/1894127/Index?redirectedFrom=fulltext>
- DeCuir, G. (2018, July 31). *Necsus | The resolution of sound: Understanding retro game audio beyond the '8-bit' horizon*. NECSUS. <https://necsus-ejms.org/the-resolution-of-sound-understanding-retro-game-audio-beyond-the-8-bit-horizon/>
- Dewey, C. (2014, October 14). *Nostalgia, Norwegian money and the unlikely resurgence of pixel art*. The Washington Post. <https://www.washingtonpost.com/news/the-intersect/wp/2014/10/14/nostalgia-norwegian-money-and-the-unlikely-resurgence-of-pixel-art/>
- Diver, Mike. 2020. *Retro Gaming : A Byte-sized History of Video Games*. Michael O'Mara Books Ltd
- *Evolution of Graphics in Video Games*. (2014, March 11). [Illustration]. Imgur. <https://imgur.com/gallery/QtCc1>
- Gaboury, Jacob. 2021. *Image Objects: An Archaeology of Computer Graphics*. Cambridge, MA: The MIT Press
- Geek's Guide to the Galaxy. (2015, August 7). *Pixel Art Is Dying Along With the Games That Made It Cool*. WIRED. <https://www.wired.com/2015/08/geeks-guide-pixel-art-is-dying-along-with-old-school-videogames/#:~:text=He%20used%20pixel%20art%20for,or%20opera%2C%E2%80%9D%20he%20says>
- Getty Images. (2022, June 4). *An undated exterior view of the Xerox Palo Alto Research Center (PARC) is shown in Palo Alto, California. XEROX* [Photography]. IEEE Spectrum. <https://spectrum.ieee.org/xerox-parc>

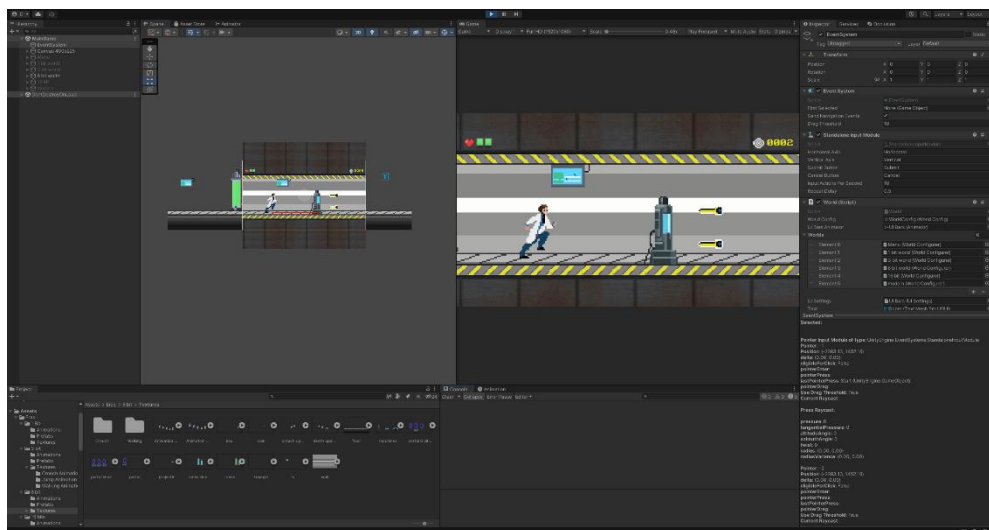
- Goldberg, A. F. (1982, December 1). *ACM president's letter:Pixel Art, Communications of the ACM*. DeepDyve. <https://www.deepdyve.com/lp/association-for-computing-machinery/acm-president-s-letter-pixel-art-MtfopNKRUG>
- Griffiths, D. (2018, September 27). *The History of Pixel Art*. The Factory Times. <http://www.thefactorytimes.com/factory-times/2018/9/27/the-history-of-pixel-art>
- Gutierrez, O. T. (2018). *Programming Games for Intellivision*. Lulu.com.
- Harris, C. (2020, July 31). *Pokemon Gold Review*. IGN. <https://www.ign.com/articles/2000/10/17/pokemon-gold>
- Hiltzik, M. A. (2000). *Dealers of Lightning: Xerox PARC and the Dawn of the Computer Age*. Harper Business.
- Kevin, B. (2008, April 8). *GameSpy.com - Hall of Fame*. The Gamespy Hall of Fame: Space Invaders. <https://web.archive.org/web/20080408152913/http://archive.gamespy.com/legacy/halloffame/spaceinvaders.shtml>
- Kordic, A. (2015, November 7). *What Exactly is Pixel Art and How Did It Come Back to Life ?* Widewalls. <https://www.widewalls.ch/magazine/pixel-art>
- Kylmäaho, N. (2019, March). *Pixel Graphics in Indie Games*. University of Tampere. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/167773/Kylmaaho_Noora.pdf;jsessionid=C5EA67135E152BB7C6112CE74C9B4538?sequence=2
- Langshaw, M. (2012, December 9). *Sony PlayStation vs Nintendo 64: Gaming's Greatest Rivalries*. Digital Spy. <https://www.digitalspy.com/videogames/a443707/sony-playstation-vs-nintendo-64-gamings-greatest-rivalries/>
- Lee, R. (2021, December 12). *The Forgotten Pixel Art Masterpieces of the PlayStation 1 Era*. Medium. <https://onezero.medium.com/the-forgotten-pixel-art-masterpieces-of-the-playstation-1-era-8b453dfe00bf>
- Lurker, D. T. (2011, December 6). *Sonic: The Birth of an Icon: The Retro Review*. Sonic Retro. <https://sonicretro.org/2011/12/05/sonic-the-birth-of-an-icon-the-retro-review/>
- Magnavox Odyssey. (2008). Video Game Console Library. <https://www.videogameconsolelibrary.com/pg70-odyssey.htm#page=specs>
- McFerran, D. (2020, June 1). *The Best Video Game Books*. Nintendo Life. <https://www.nintendolife.com/guides/the-best-video-game-books>.
- Martindale, J. (2021, October 18). *What is a CPU?* Digital Trends. <https://www.digitaltrends.com/computing/what-is-a-cpu/>
- Mielke, J. (2017, April 10). *The making of Samurai Shodown*. Polygon. <https://www.polygon.com/2017/4/10/15223966/the-making-of-samurai-shodown>

- Montfort, N., & Bogost, I. (2020). *Racing the Beam: The Atari Video Computer System (Platform Studies)*. The MIT Press.
- Musser, C. (2007, January 19). *Handheld Multiplayer: A Comprehensive History*. Modojo. https://modojo.com/article/1479/handheld_multiplayer_a_comprehensive_history#:~:text=Ship ping%20with%20Nintendo's%20GBA%20Wireless,most%20part%2C%20never%20look%20back.
- Newport, E. L. (2015, October 22). *The Sega Saturn: A Comprehensive Look at the History and Technology of the Saturn by Edward L Newport*. Goodreads. <https://www.goodreads.com/book/show/27747381-the-sega-saturn>
- Parker, E. (2021, April 10). *What Can Experience Designers Learn from Pixel Art?* UX Magazine. <https://uxmag.com/articles/what-can-experience-designers-learn-from-pixel-art>
- Petite, S. (2020, April 29). *Blasphemous Review*. IGN. <https://www.ign.com/articles/2019/09/09/blasphemous-review>
- Plunkett, L. (2020, September 6). *How Sega Made Pixel Art In The '80s & '90s*. Kotaku Australia. <https://www.kotaku.com.au/2016/08/how-sega-made-pixel-art-in-the-80s-90s/>
- Joey the PM. (2020). *What was the Great Video Game Crash of 1983?* | BugSplat Blog. Bugsplat. <https://www.bugsplat.com/blog/less-serious/great-video-game-crash-1983/>
- Ryan. (2020a). *How to make a sprite*. iD Tech. <https://www.idtech.com/blog/how-to-make-a-sprite>
- RocketBoy. (2021, March 26). *The Best Modern 2D Games on the PS2*. RetroGaming with Racketboy. <https://www.racketboy.com/retro/best-2d-ps2-games-playstation-2>
- Raimbault, M. (2016, November 23). *Studying gameplay progression on runners*. Game Developer. <https://www.gamedeveloper.com/design/studying-gameplay-progression-on-runners>
- Raimbault, M. (2016). *The Progression of Endless Games* [Graph]. <https://conferences.computer.org/ispapub/pdfs/ISPA-BDCloud-SocialCom-SustainCom2020-61uthliswrO37XTCl0drpO/319900a860/319900a860.pdf>
- Rohlfshagen, P., Liu, J., Perez-Liebana, D., & Lucas, S. M. (2018). *Pac-Man Conquers Academia: Two Decades of Research Using a Classic Arcade Game*. *IEEE Transactions on Games*, 10(3), 233–256. <https://doi.org/10.1109/tg.2017.2737145>
- Russell, J. (2018, March 9). *RETROSPECTIVE: What Ever Happened to Bits? - Old School Gamer Magazine*. Old School Gamer Magazine - Dedicated to You. . .the Old School/Retro Gamer from the Arcades to Your Home! <https://www.oldschoolgamer magazine.com/retrospective-what-ever-happened-to-bits/>
- Significados. (2020, September 22). *Significado de Hardware*. Significados. <https://www.significados.com.br/hardware>
- Samuelson, G. (2020). *PIXEL ART – THE MEDIUM OF LIMITATION*. Diva Portal. <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1518210&dswid=-5523#:~:text=Pixel%20art%20%2D%20The%20Medium%20of,relationship%20between%20restrict ions%20and%20creativity>

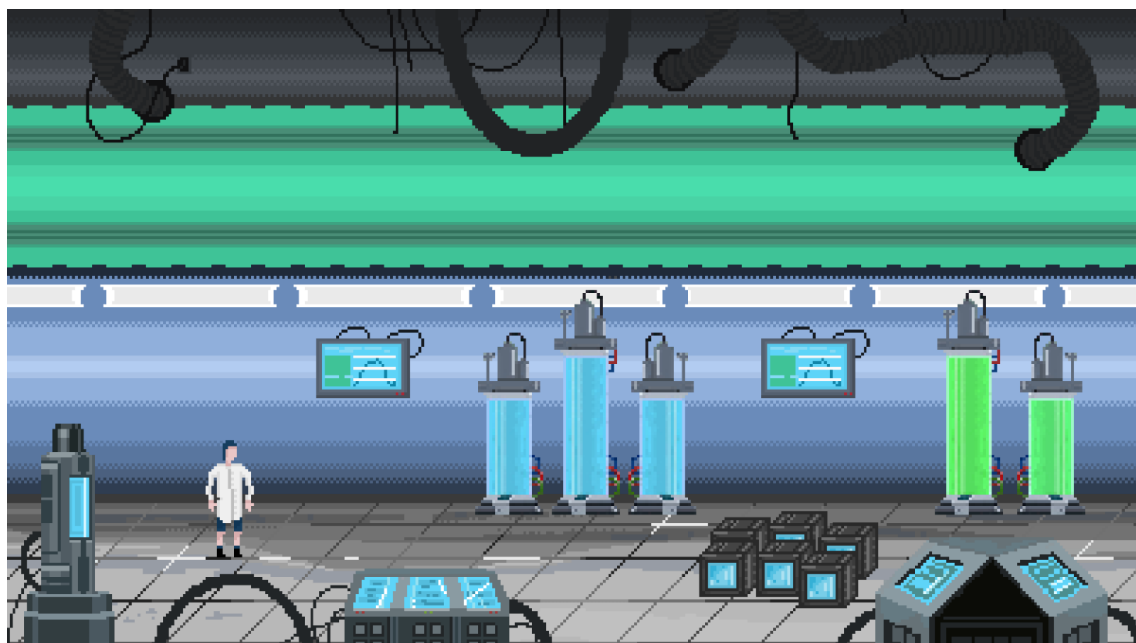
- Seller, John. 2001. *Arcade Fever The Fan's Guide to the Golden Age of Video Games*. Running Press
- Smith Alvy Ray. 2021. *A Biography of the Pixel*. MIT Press Ltd - Atari Books.2020. Atari 2600/7800: A Visual Compendium HB. Bitmap Books
- Techopedia. (2011, November 14). *Side Scroller*. Techopedia.Com.
<https://www.techopedia.com/definition/27153/side-scroller>
- The MIT Press Reader. (2020, November 16). *How Pac-Man Revolutionized Gaming*.
<https://thereader.mitpress.mit.edu/how-pac-man-revolutionized-gaming/>
- Troise, B. (2020, Winter). *The 1-Bit Instrument: The Fundamentals of 1-Bit Synthesis, Their Implementational Implications, and Instrumental Possibilities* (1st ed., Vol. 1). Journal of Sound and Music in Games (2020).
- Videogame Atari 2600 – Museu de Tecnologia da Unoeste. (2016, June 8). Museu de Tecnologia.
<http://sites.unoeste.br/museu/atari-2600/>
- Wagner, K. (2013, June 17). *What Is a Frontlit Display?* Gizmodo. <https://gizmodo.com/what-is-a-frontlit-display-5940965>
- Warsaw, H. S. (2020). *Once Upon Atari: How I made history by killing an industry*. Scott West Productions.
- Wasif, M. (2021, September 6). *10 Best Modern Pixel Art Games, Ranked According To Metacritic* [Illustration]. ScreenRant. <https://screenrant.com/best-modern-pixel-art-video-games-metacritic/?fr=operanews>
- Weaver, D. (2021, August 4). *The History of Music and Audio in Video Games | Melbourne*. Abbey Road Institute Australia. <https://abbeyroadinstitute.com.au/blog/history-audio-music-video-games/>
- Westerdiep, A. (2017). *Pixel Art Tutorial*. Www.Drububu.Com. <https://drububu.com/tutorial/pixel-art-and-dithering.html>
- Wikipedia contributors. (2021, November 19). *Emotion Engine*. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Emotion_Engine
- Wikipedia contributors. (2021a, April 29). *Technology demonstration*. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Technology_demonstration
- Wikipedia contributors. (2021a, September 16). *Scan line*. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Scan_line
- Wikipedia contributors. (2022, May 24). *RDRAM*. Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/RDRAM>
- Wikipedia contributors. (2022a, April 20). *Metroidvania*. Wikipedia.
<https://en.wikipedia.org/wiki/Metroidvania>
- Wikipedia contributors. (2022a, March 9). *Chipset*. Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Chipset>
- Wikipedia contributors. (2022a, May 16). *Shooter game*. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Shooter_game
- Wikipedia contributors. (2022b, May 25). *Roleplay simulation*. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Roleplay_simulation

- Wikipedia contributors. (2022b, May 6). Boss (video games). Wikipedia.
[https://en.wikipedia.org/wiki/Boss_\(video_games\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Boss_(video_games))
- Wikipedia contributors. (2022c, May 25). Platform game. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Platform_game
- Wikipedia contributors. (2022c, May 31). Graphics processing unit. Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Graphics_processing_unit
- Willaert, K. (2020, December 30). *Pixels In Print (Part 2): Advertising Odyssey – The First Home Video Game*. Video Game History Foundation. <https://gamehistory.org/magnavox-odyssey-advertisement-history/>
- Whitehead, Dan. 2018. *Game Over: The games we loved to play and the consoles time forgot*. Templar Publishing
- Wolf, M. J. P. (2012, June). *Wayne State University Press*. Before the Crash | Early Video Game History.
<https://www.wsupress.wayne.edu/books/detail/crash>
- Yadav, C. (2022, February 10). *Difference Between 8 Bit and 16 Bit Music (With Table)*. Ask Any Difference.
<https://askanydifference.com/difference-between-8-bit-and-16-bit-music/>

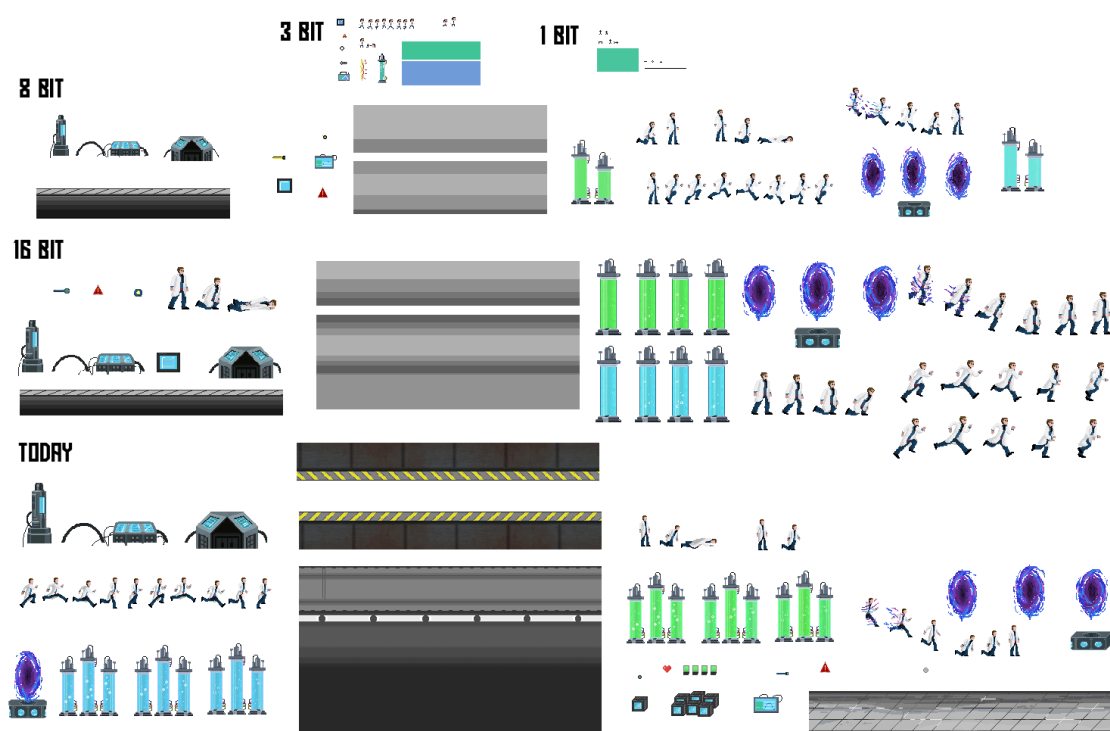
Anexos



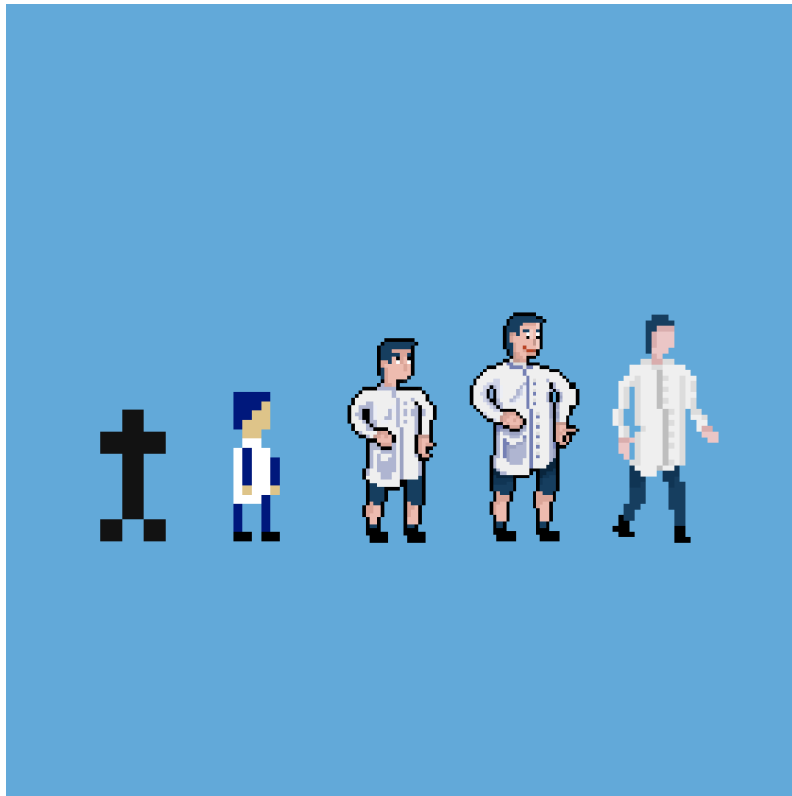
Anexo 1 - Captura de Ecrã da programação do protótipo



Anexo 2 - Primeiros Esboços da arte inicialmente



Anexo 3 - Tile Set do protótipo



Anexo 4 - Exemplo da Arte inicial das personagens

Link para acesso ao protótipo:

<https://rafazcruz.itch.io/pixel-time-travel>

Link para acesso ao vídeo do *gameplay* do protótipo:

<https://www.behance.net/gallery/145350247/Pixel-Time-Travel-Game>