

FYGROB: Um Repositório para Auxiliar no Compartilhamento de Objetos Gráficos

Rosilene M. Fernandes¹, José G. R. Maia¹, Leonardo O. Moreira¹

¹Instituto Universidade Virtual (UFC Virtual)
Universidade Federal do Ceará (UFC) – Fortaleza, CE – Brasil

rosilenemourafernandes@gmail.com,
{gilvanmaia, leoomoreira}@virtual.ufc.br

Abstract. *Due to technological and connectivity advances, there has been an increase in the number of digital application developers. Digital games are contained in a digital applications context where there is a rise and very profitable. With the growing demand in the digital games development, there is a need to adopt something that provides agility in the production of such games. Also, developing a game is not a simple task as it requires knowledge in many other areas of knowledge. To support the digital games development, this article proposes a graphic objects repository in the collaborative digital social network format, where developers can intelligently share and locate graphic objects.*

Resumo. *Devido ao avanço tecnológico e da conectividade, houve um aumento do número de desenvolvedores de aplicações digitais. Jogos digitais estão contidos em um contexto de aplicações digitais onde há uma ascensão e com lucratividade. Com a crescente demanda no desenvolvimento de jogos digitais, surge a necessidade de adotar algo que forneça agilidade na produção de tais jogos. Além disso, desenvolver um jogo não é uma tarefa simples, pois exige conhecimento em várias outras áreas do conhecimento. Para auxiliar o desenvolvimento de jogos digitais, este trabalho propõe um repositório de objetos gráficos no formato de rede social digital colaborativa, onde desenvolvedores podem compartilhar e localizar, de forma inteligente, objetos gráficos.*

1. Introdução

Com a maior diversidade de dispositivos e conectividade, o número de desenvolvedores tem aumentado nesse campo, pois, com o avanço tecnológico, há mais alternativas para disponibilização dos produtos criados [G1 2018]. Conseqüentemente, isso gera maior variedade de jogos atraindo mais jogadores, desde os que possuem tempo para passar horas entretidos, até os que querem se distrair enquanto estão na sala de espera de um consultório médico.

Jogos digitais são produtos de entretenimento que precisam da interação do usuário para realizar ações e alcançar objetivos, demandando assim atenção quase que total na tarefa que está sendo realizada [Huijzinga 2003]. Esses jogos são agrupados em categorias como *Serious Games* (Jogos Sérios), cujo objetivo é transmitir conhecimento ou treinar o usuário, e *e-Sports*, sigla para *Electronic Sports* (Esportes Eletrônicos), que é modalidade de campeonato profissional com jogos digitais [Vasconcellos 2018].

A maior demanda desses produtos requer maior agilidade por parte dos desenvolvedores para que suas ideias logo estejam disponíveis para atender a necessidade de consumo dessas aplicações pelos usuários, além de evitar que ideias semelhantes sejam executadas primeiro por outros criadores de jogos. Contudo, desenvolver um jogo não é uma tarefa simples, pois exige conhecimento de várias áreas como arte gráfica, arte sonora, implementação de algoritmos que envolvem física, matemática, programação, inteligência artificial e interatividade (QUEIROZ, 2012).

A Computação Gráfica é uma ramificação da Ciência da Computação que, dentre outros assuntos, estuda o desenvolvimento de objetos gráficos, que são representações de formas e características de objetos reais, através de técnicas e algoritmos visando geração de imagens por computador [Manssour e Cohen 2006].

Os jogos digitais são os produtos que esses recursos gráficos, utilizando-os para criação de todos os elementos visuais que os compõem. Ao longo do tempo, bibliotecas gráficas foram desenvolvidas facilitando o desenvolvimento de desenhos computacionais 2D e 3D, como *Open Graphics Library* (OpenGL) tendo como suas maiores vantagens a portabilidade e a velocidade, por incorporar algoritmos eficientes, com desenho de primitivas gráficas, mapeamento de textura, entre outros efeitos possíveis [Manssour e Cohen 2006].

Caso o usuário prefira uma ferramenta na qual não haja necessidade de utilizar códigos e conhecimento sobre matemática, ou por não possuir propriedade nestes quesitos, ou porque deseje ter um processo de produção mais ágil e mesmo assim construir objetos gráficos com ótima qualidade, existem opções de *softwares* no mercado que atendem a essa demanda. Por exemplo, o *Blender*¹ possui ferramentas para modelagem, animação, texturização, composição, renderização, entre outras que auxiliam o processo de criação dos objetos gráficos em 3D [Brito 2011].

Então, como dito anteriormente, para o desenvolvimento de jogos digitais é necessário utilizar objetos gráficos e isso exige, assim como as outras áreas envolvidas, bastante tempo para serem produzidos por sua dificuldade. Existem equipes que não possuem colaboradores com conhecimento sobre criação de objetos gráficos, ou simplesmente, desejam pular esta etapa para acelerar o processo de produção.

Neste caso, os usuários podem buscar na Internet objetos gráficos prontos para serem baixados e utilizados. Segundo Chen et al. (2003), isso gera a necessidade de existir uma solução computacional para compartilhar esses objetos.

O contexto ora exposto evidencia a necessidade de uma solução computacional que implementasse um repositório de objetos gráficos para auxiliar o desenvolvimento de jogos digitais. No caso, o usuário poderia ter acesso a modelos já confeccionados, além de publicar os seus próprios. Assim, essa aplicação teria a finalidade de proporcionar a troca de objetos entre os usuários, além de facilitar a busca por tais modelos, uma vez que todos estarão reunidos no mesmo repositório. O mais indicado seria uma aplicação web por permitir que a interação entre os usuários ocorra de forma mais prática; por não possuir a necessidade de instalar outro *software* no aparelho, além do navegador, tornando a aplicação móvel, podendo ser acessada de qualquer lugar, por qualquer dispositivo, basta que o aparelho tenha acesso à Internet [Scriptcase 2019]. Há também vantagens para os

¹<https://www.blender.org>

desenvolvedores como facilidade na manutenção dos projetos e diversas ferramentas que auxiliam os programadores a trabalharem na gestão da aplicação [Scriptcase 2019].

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma aplicação web, cuja dinâmica será de uma rede social virtual, com um repositório para armazenar objetos gráficos, onde desenvolvedores de jogos digitais podem ter acesso aos objetos que já se encontram guardados, através de busca de sistema de recomendação inteligentes, e publicar os seus próprios.

Para alcançar o objetivo geral, definiu-se como objetivos específicos: i) estudar e compreender a padronização das informações dos objetos gráficos; ii) elaborar um repositório de armazenamento para manter os objetos gráficos e seus metadados; iii) desenvolver a interface da aplicação e suas funcionalidades; iv) utilizar recursos para facilitar a localização inteligente de objetos gráficos na rede social virtual; e v) analisar se as recomendações de objetos gráficos estão de acordo com esperado, levando em consideração os objetos existentes e os objetos recomendados.

2. Referencial Teórico

Nesta seção são explorados os conceitos necessários para o desenvolvimento do repositório web cujo objetivo é armazenar objetos gráficos, permitindo a troca desses objetos entre os usuários, busca e recomendação, tendo a aplicação a dinâmica de uma rede social virtual. São discutidos os conceitos de jogos digitais, objetos gráficos, inteligência artificial, sistema de recomendação e alguns trabalhos relacionados.

2.1. Jogos Digitais

Para Huizinga (2003), jogo é algo que surgiu antes da cultura. É uma atividade que não só é praticada pelos humanos, mas também pelos animais, como é possível analisar no comportamento dos cachorros. Eles mostram que sua brincadeira tem regras, eles podem fingir um estado de espírito, como ficar zangado, para aumentar a imersão gerando mais prazer e entusiasmo. Portanto, jogo é algo que mexe com a imaginação. É necessário sair da realidade para que se tenha uma experiência completa da atividade que é vivida naquele momento. Ainda na visão de Huizinga (2003), um sentimento de tensão e exaltação acompanham essa jornada, sendo seguido de um momento de relaxamento. O elemento fantasia e jogo estão próximos e cria um espaço lúdico na mente, tornando-se algo poético. Abt (1987) diz que jogo é uma atividade que requer que o jogador tome decisões, tendo ele um objetivo a ser alcançado, respeitando regras que limitam e estruturam as ações no jogo.

Para Schell (2008), um bom jogo é algo que proporciona diversão, que é a união de prazer e surpresa, tendo metas para serem alcançadas, com narrativa e regras que causam surpresa, contendo elementos que mantenham o jogador curioso para chegar ao final da jornada. Então Schell (2008) define jogo como “uma atividade de resolução de problemas, abordado com uma atitude lúdica”. Portanto, podemos dizer que jogos digitais, são atividades que provocam emoção, prazer e satisfação, captando assim a atenção do usuário, através dos elementos visuais e sonoros, de uma narrativa que instigue o jogador a descobrir como será toda a jornada, levando-o a cumprir os objetivos, criando em sua mente a ilusão de viver aquela experiência na vida real. Para que o estágio de imersão seja alcançado, é importante que a equipe planeje e saiba introduzir de forma correta os

elementos no jogo. Para Morais (2009), os processos tradicionais de desenvolvimento de aplicações abordados em Engenharia de *Software* podem se distanciar do desenvolvimento de jogos, por este necessitar de inspiração artística para que se tenha qualidade e sucesso do produto final.

Os processos de Engenharia de *Software* ajudam a equipe a saber todas as dependências do projeto, alinhando cada profissional na sequência certa de execução trabalho, o tempo que leva a resolução de cada atividade, auxiliando no ciclo de produção da equipe, dando uma noção mais segura de quando o trabalho será terminado, além de detectar previamente falhas durante a produção do projeto [Chandler 2012].

Segundo Hirama (2012), uma das vantagens da Engenharia de *Software* é o reuso que melhora a qualidade e produtividade do projeto. Um *software* todo pode ser reusado, ou apenas parte dele, ou até mesmo a solução, podendo o reuso ter níveis de abstração. É também possível reutilizar componentes de uma aplicação, objetos e funções. Com isso, tem-se a vantagem de reduzir os custos na produção, pois, com o reuso, “poucos componentes precisariam ser especificados, projetados, implementados e validados”.

2.2. Objetos Gráficos

Em jogos, objetos são os elementos que compõe o espaço. Podem ser personagens, acessórios, tudo que possa ser visto ou manipulado [Schell 2008]. Com o avanço tecnológico, o realismo está cada vez maior na computação gráfica, com movimentos mais naturais, imagens mais próximas do que conhecemos no mundo real. Segundo Borba (2014), a união de gráficos com produção sonora estimula o jogador a projetar sua mente para dentro do jogo ou filme, sendo elementos importantíssimos para que estímulos sejam provocados. “A Lei de Weber-Fechner provou que a captação de um estímulo está sempre orientada em quatro pilares: modalidade, intensidade, duração e localização” [Borba 2014]. Podemos não sentir em nosso corpo os impactos que ocorrem com o personagem do jogo, mas é possível interpretar o que ele sofre dentro da simulação através da narrativa visual. Borba (2014) ainda disse que “a noção de envolvimento com o enredo digital é despertada através da atenção que dedicamos à captação e interpretação da imagem projetada no monitor”.

Como dito anteriormente, o número de informações visuais disponíveis a partir de recursos gráficos está aumentando pelo mundo, podendo elas serem representadas em forma de mídia, vídeo, gráficos, modelos 3D, áudio e fala. Com isso, sistemas computacionais estão criando, recuperando, trocando, reprocessando essas informações [Benitez et al. 2007]. Para otimizar as buscas por esses objetos, padrões foram desenvolvidos para que esses modelos tenham uma descrição significativa e assim ser possível uma correspondência automática [Benitez et al. 2007]. Alguns dos padrões existentes são o MPEG-7, VRML, X3D, STL, COLLADA, SGML, OBL, MME. Assim, as descrições multimídia estarão integradas de forma que permita aos humanos, componentes de *software* ou dispositivos identificar, gerenciar, manipular e categorizar o conteúdo multimídia [Benitez et al. 2007]. Dessa maneira, é possível procurar e encontrar com mais precisão por um conteúdo multimídia específico em um banco de dados, Internet ou mídia de difusão [Benitez et al. 2007].

2.3. Inteligência Artificial

Sistemas baseados em Inteligência Artificial (IA) têm o objetivo de descobrir e formular características da inteligência humana que sejam possíveis de reproduzir por máquinas [Botelho 2019]. Assim, é possível realizar algumas tarefas com o auxílio da IA tais como jogos de estratégia, reconhecimento de padrões de áudio e imagens, encontrar provas de teoremas matemáticos, entre outras tarefas computacionais [Botelho 2019]. A Mineração de Dados e Mineração de Textos são técnicas da IA para extrair conhecimento de dados estruturados e não-estruturados [Botelho 2019].

Com o crescente número de dados armazenados em banco de dados, surgiu a necessidade de métodos que recuperassem informações, extraíssem padrões a partir desse conjunto de dados. Diante deste problema, chegou-se ao que ficou conhecido como Descoberta de Conhecimento, que pode ser dividida em duas áreas: Descoberta de Conhecimento em Dados Estruturados ou Descoberta de Conhecimento em Banco de Dados *Knowledge Discovered in Database* (KDD) e a Descoberta de Conhecimento em Dados não Estruturados *Knowledge Discovery from Text* (KDT) [Carvalho 2017].

Neste trabalho, a descoberta de conhecimento será realizada em dados que estão armazenados em um banco de dados, através da técnica *bag-of-words* que é uma forma de representação textual onde um documento ou um conjunto de textos são caracterizados como um conjunto de palavras, onde a ordem e a ligação entre as palavras não são consideradas [Santos et al. 2010]. *Bag-of-words* é caracterizado como um modelo vetorial, onde o documento ou um conjunto textual é processado e suas palavras relevantes são alocadas em um dicionário, contendo a chave, sendo a palavra alocada, e o valor, a quantidade de vezes que a tal palavra ocorre no conjunto textual [Scarpa 2017]. Assim, quando os dados estão em uma forma de representação, técnicas estatísticas e de IA podem ser utilizadas para estabelecer relações entre conceitos e extrair conhecimentos.

Segundo Matsubara et al. (2003) foram realizadas algumas avaliações experimentais no modelo *bag-of-words* e foi mostrado que representações mais sofisticadas que o *bag-of-words* perdem em desempenho quando comparadas ao modelo *bag-of-words*. Lewis (1992) discute que a razão mais próxima para evidenciar esses resultados é que, mesmo que modelos mais sofisticados tenham qualidade semântica superior, a qualidade estatística é inferior em relação aos modelos baseados em palavras simples. Além disso o modelo *bag-of-words* é uma das representações mais usadas, simples e que tem sido avaliado como um modelo que possui um bom desempenho na área de mineração de textos [Matsubara et al. 2003].

3. Trabalhos Relacionados

Chen et al. (2003) desenvolveram uma aplicação web de recuperação de modelos 3D baseado na semelhança visual. Em seu banco de dados há mais de 10.000 modelos 3D publicamente disponíveis coletados nas páginas WWW. A recuperação do modelo 3D pode ser através consultas ou de desenhos 2D feitos à mão. Cada objeto tem seu *hyper-link* para ser salvo no computador. Modelos mais específicos são exibidos através dos primeiros resultados recuperados. Chen et al. (2003) determinaram como trabalhos futuros, pode-se avaliar e incluir outra métrica de imagem para correspondência de formas 2D para melhorar o desempenho e incluir métrica de imagem para cor e textura na busca 3D para mais recursos visuais; diferentes abordagens podem ser combinadas para melhorar o

desempenho geral; o mecanismo de treinamento de dados ou aprendizado ativo pode ser usado para ajustar a ponderação entre diferentes recursos; a correspondência parcial de vários objetos leva muito tempo para calcular em geral, e é considerada uma direção de pesquisa importante e difícil no trabalho futuro.

Li et al. (2015) criaram um sistema completo para recuperação de formas em uma configuração de digitalização 3D em tempo real. A aplicação recupera e registra a partir de um banco de dados milhares de modelos em larga escala, parciais e não segmentadas, usando varredura de cenas, tolerando geometria incompleta e não-exatas as armazenadas no banco de dados. Algumas limitações foram detectadas, como no hardware, pois os sensores em tempo real que capturam os objetos presentes no ambiente ainda fornecem informações de profundidade de resolução relativamente baixa. Objetos pequenos ou transparentes produzem informações de profundidade muito pobre, o que acarreta na má identificação desses objetos até para os humanos. Níveis altos de ruído ainda podem causar tremulação, resultando em falha na recuperação. É possível digitalizar um objeto muito diferente de todos os modelos de banco de dados e nesse caso, não é possível produzir uma recuperação ou registro preciso; no entanto, é difícil distinguir entre esses dois casos. Outra limitação é não conseguir identificar corretamente, por exemplo, uma cadeira de lado. O banco de dados contém apenas modelos estáticos, portanto, pode-se deixar de identificar objetos com articulação. Há casos em que a digitalização produz imagens que geram modelos ambíguos.

Leng et al. (2015) propôs um novo método de recuperação de objetos 3D com base no *autoencoder Staked Local Convolutional Autoencoder* (SLCAE). *Autoencoder* é uma rede neural artificial que aprende codificações de dados forma não supervisionada, ou seja, sem interferência humana. Nesta abordagem, a estratégia de algoritmo ganancioso, também conhecido como algoritmo guloso, é aplicada para treinar o SLCAE. Após o processamento do treinamento, as representações dos dados de entrada podem ser obtidas, consideradas como os recursos dos objetos 3D. As experiências são conduzidas em três conjuntos de dados de objetos 3D disponíveis ao público, e os resultados demonstram que o método proposto pode melhorar significativamente o desempenho da recuperação de objetos 3D, em comparação com vários métodos de ponta. Entretanto, o trabalho não demonstra uma aplicação que possa ser utilizada por um usuário final.

Neste trabalho, será desenvolvido uma aplicação web, denominado *Find Your Graphic Object* (FYGROB), em um formato de rede social virtual, para que os usuários possam compartilhar com mais facilidade seus objetos gráficos, bem como fazer buscas e salvar em sua máquina o objeto que deseja utilizar. A aplicação conta com um sistema de recomendações baseada nas pesquisas anteriores do usuário. A Tabela 1 tem como objetivo destacar a contribuição presente nesta pesquisa. Para isso, os seguintes critérios de comparação foram estabelecidos: Interface Gráfica, Exportam Objetos 2D e 3D, Análise de Similaridade e Suporte a Objetos Articulados. O critério Interface Gráfica indicam se os trabalhos possuem interfaces gráficas para interação com o usuário. Já o critério Exportam Objetos 2D e 3D ressalta se trabalhos exportam objetos nesses dois tipos. O critério Análise de Similaridade destaca a técnica utilizada para comparar se os objetos são similares. Por fim, Suporte a Objetos Articulados indicam se trabalhos gerenciam objetos que são articulados.

Tabela 1. Trabalhos Relacionados

Trabalho	Interface Gráfica	Exportam Objetos 2D e 3D	Suporte a Objetos Articulados	Análise de Similaridade
[Chen et al. 2003]	Sim	Não	Não mencionado	<i>LightField Descriptor</i>
[Li et al. 2015]	Sim	Não	Não	nuvem de pontos
[Leng et al. 2015]	Não	Não	Não mencionado	<i>bag of visual features</i>
FYGROB	Sim	Sim	Sim	<i>bag-of-words</i>

4. FYGROB

Esta seção apresenta e detalha a solução proposta, denominada *Find Your Graphic Object* (FYGROB), que possibilita aos desenvolvedores de jogos digitais acesso aos objetos, de forma inteligente, que já se encontram compartilhados por outros desenvolvedores e publicar os seus próprios na forma de rede social colaborativa.

O FYGROB se destina a pessoas que desejam desenvolver jogos digitais, mas que não sabem como criar objetos 2D e/ou 3D, e também para os que desejam adiantar ou pular essa etapa da produção. Nesta rede social o usuário será capaz de buscar um objeto através de suas características específicas. Assim, a busca e recomendação serão mais precisas, pois a aplicação realizará essas funções de forma inteligente, identificando a semelhança entre os objetos através da correspondência dos metadados. Esses metadados serão gravadas por cada usuário assim que submetem seus objetos no FYGROB.

A seguir é apresentada uma arquitetura de sistema para suportar a solução proposta. Além disso, são elencadas um conjunto de tecnologias, padrões e linguagens de programação que são utilizadas para implementação da arquitetura proposta. Por fim, são mostrados e explicados os aspectos funcionais da solução proposta.

4.1. Arquitetura de Sistema

A Figura 1 apresenta a arquitetura de sistema projetada para o FYGROB, destacando seus principais componentes e mostrando o fluxo entre tais componentes. A arquitetura projetada para o FYGROB segue o modelo cliente-servidor [Kurose e Ross 2010], onde o servidor (Módulo Servidor) é, geralmente, uma máquina que possui recursos com maior poder computacional, que fica sempre em execução contínua aguardando por requisições e comumente trata várias requisições simultâneas de clientes [Tanenbaum e van Steen 2007]. Já o cliente, tipicamente, que possui um poder computacional menor que o servidor, é o responsável por requisição processamento ao servidor [Tanenbaum e van Steen 2007]. Na arquitetura de uma aplicação web [Cao et al. 2017], o cliente no modelo cliente-servidor é um navegador de Internet.

Loudon (2010) diz que grandes aplicações possuem características como disponibilidade contínua, significando que deve ficar *online* ininterruptamente; grande base de usuários, o que exige um bom gerenciamento das conexões; entrega em partes, operando dentro de um ambiente compartilhado por um grande número de usuários; diversidade, vários tipos de aplicações podem existir no ambiente web, podendo códigos já existentes serem reutilizados; longevidade, pois os desenvolvedores já partem do princípio de que as aplicações durarão por muitos anos; as aplicações web atuais rodam em múltiplos ambientes, exatamente para atender a demanda dos usuários que possuem diferentes dis-

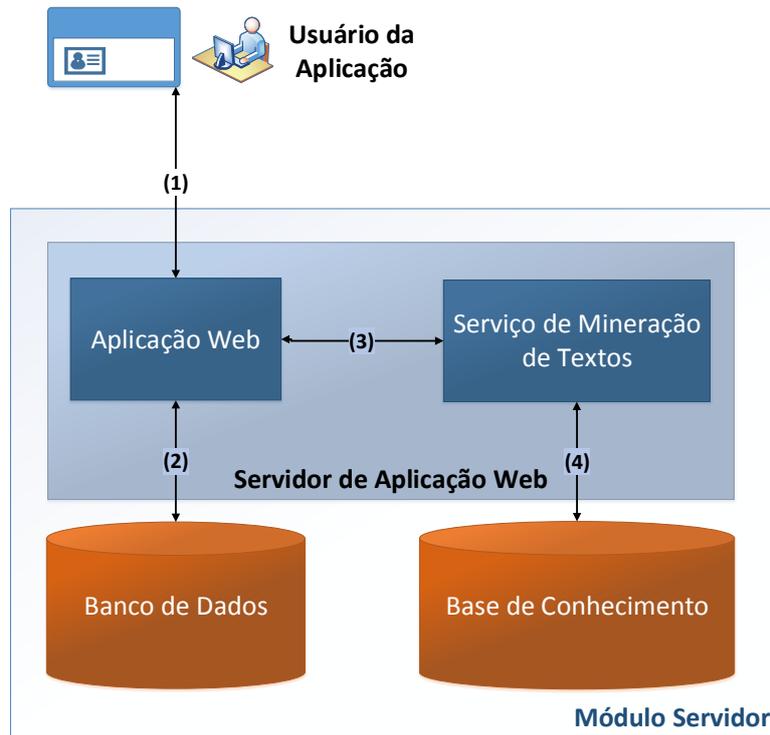


Figura 1. Arquitetura de Sistema

positivos, que algumas vezes, possuem difícil suporte; atualização em tempo real é outra característica, com alterações sendo enviadas aos servidores regularmente [Loudon 2010].

O Módulo Servidor possui dois macrocomponentes principais que são um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) e um Servidor de Aplicações Web. Um SBGB é um software que facilita as etapas de definição, construção, manipulação e compartilhamento de bancos de dados entre diversos usuários e aplicações, além de serem projetados para manipularem grandes volumes de dados [Elmasri e Navathe 2011]. Na arquitetura proposta, um SGBD é utilizado para manter os seguintes bancos de dados: Bancos de Dados e Base de Conhecimento.

O Banco de Dados é responsável por manter os dados de usuários, objetos gráficos e tudo que é necessários para o funcionamento, em termos de dados, na rede social que permite o compartilhamento de objetos gráficos. Os dados mantidos no Banco de Dados são geridos pelo componente Aplicação Web (seta 2).

Já a Base de Conhecimento armazena conhecimentos que são gerados a partir dos dados no Banco de Dados, basicamente os conhecimentos que são utilizados para elaborar busca de objetos gráficos de forma inteligente e recomendações de objetos gráficos para usuários da rede social.

Para gerar o conhecimento presente na Base de Conhecimento (seta 4), existe um Serviço de Mineração de Textos que utiliza uma técnica para, a partir de um conjunto de entradas e padrões de objetos gráficos solicitados pelo usuário, recomendar ou recuperar objetos gráficos que são úteis para que estes usuários possam fazer o reuso destes objetos na concepção dos seus jogos digitais.

Já a Aplicação Web é responsável por fornecer uma interface web ao usuário (seta 1) e reunir todas as regras de negócio para o funcionamento dos registros e interações da rede social que viabiliza o compartilhamento de objetos gráficos. Para realizar uma recomendação e uma busca inteligente de objetos gráficos, a Aplicação Web se serve do Serviço de Mineração de Textos para encontrar objetos gráficos mais relevantes para seus usuários (seta 3).

4.1.1. Modelagem do Componente Banco de Dados

Para armazenar e recuperar dados sobre os objetos gráficos disponibilizados na rede social por parte dos usuários, um Banco de Dados Relacional foi modelado para possibilitar de forma fácil um gerenciamento mais simples dos dados envolvidos. Esta subseção mostra e discute a modelagem dos dados no formato do Modelo Entidade-Relacionamento (MER) [Elmasri e Navathe 2011] para mostrar as entidades envolvidas e, também, o relacionamento entre elas. É válido ressaltar que a modelagem aqui descrita nesta subseção é correspondente ao componente Banco de Dados presente na Figura 1.

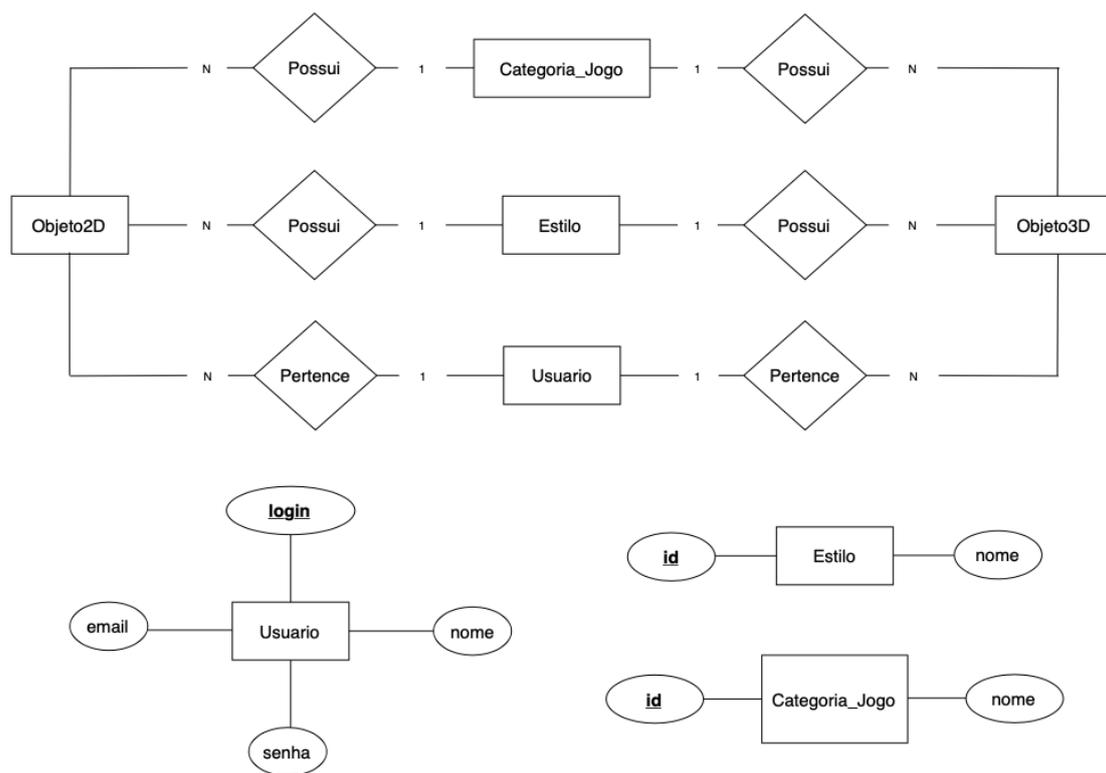


Figura 2. MER - Visão Geral

A Figura 2 mostra uma visão geral da modelagem conceitual de todas as entidades envolvidas no MER, destacando seus respectivos relacionamentos. De acordo com a Figura 2 as principais entidades são: Usuario, Estilo, Categoria_Jogo, Objeto2D e Objeto3D. A entidade Usuario é responsável por manter os dados referentes aos usuários que utilizam a rede social virtual que possibilita o compartilhamento dos objetos gráficos. De acordo com o MER, um usuário pode possuir vários Objeto2D e Objeto3D em seu acervo

no repositório de objetos gráficos. A entidade Categoria_Jogo representa a identidade de um dado jogo que um objeto se relaciona, por exemplo, em um jogo de terror pode ser interessante fazer buscas por objetos de categoria *survival horror*. Já a entidade Estilo descreve o design do jogo, por exemplo, seja um jogo de *pop art*, buscar por objetos que foram anotados como objetos do estilo *pop art*. Por fim, um Objeto2D ou Objeto3D possui um estilo e uma Categoria_Jogo.

Foram selecionados 12 atributos para compor a entidade Objeto2D, que serão os metadados dos objetos em 2D inseridos pelo usuário. São eles: nome; vetorial, que indica se a imagem foi desenvolvida vetorialmente; largura; altura; arquivo, que armazena o valor em *bytes* do arquivo enviado pelo usuário; tamanho do arquivo; descrição, que guarda a descrição mais detalhada da imagem feita pelo usuário; extensão, que indica qual a extensão do arquivo; canal alfa, que indica se o objeto possui área de transparência; canal de cores; cor predominante; tipo de objeto 2D, que determina se o objeto é *sprite*, *tileset*, ícone, plano de fundo ou interface. Além disso, cada objeto 2D possui um valor identificador que o torna único no banco de dados.

Para compor a entidade Objeto3D, foram selecionados 13 atributos. São eles: nome; mapeamento UV, que indica se o objeto é preparado para receber uma imagem 2D em sua superfície para mapeamento de textura; geometria, na qual o usuário diz se o objeto 3D é *tris/quads* ou *N-Gons*, ou seja, se o objeto foi criado a partir de triângulos ou quadrados (*tris/quads*), ou se ele foi construído a partir de outros polígonos (*N-Gons*); arquivo, que armazena o valor em *bytes* do arquivo enviado pelo usuário; tamanho do arquivo; descrição, que guarda a descrição mais detalhada da imagem feita pelo usuário; extensão, que é sobre a extensão do arquivo; animação, que indica se o objeto 3D possui animações, por exemplo, correr, andar, morrer; cor predominante; articulado, que determina se o objeto 3D possui articulação, por exemplo, caso seja o modelo de um humano, se ele mexe os membros em cada junção; *low poly*, que indica se o objeto possui uma quantidade de polígonos relativamente pequena; material; textura. Assim como nos objetos 2D, cada objeto 3D possui um valor identificador que o torna único no banco de dados.

É válido ressaltar que os atributos da entidade Usuario são dados necessários para identificação do usuário e também as credenciais de acesso ao repositório de objetos gráficos (rede social). Outra questão importante que deve ser explicitada é que o acervo de cada usuário é modelo por meio do relacionamento 1 para N entre a entidade Usuario e as entidade Objeto2D e Objeto3D.

Os atributos de dados envolvidos nas entidade Objeto2D e Objeto3D são relevância e importância para que se possa conhecer mais sobre o objeto depositado no repositório, por parte de usuário, para fins de recomendação para outros usuários. Além de possibilitar técnicas de filtros de consultas, esses atributos podem ser alvos de uma mineração textual para achar o grau de relevância entre objetos que possuem alguma semelhança.

4.2. Aspectos de Implementação

Como supracitado, para a implementação do FYGROB utilizou-se o modelo cliente-servidor para possibilitar o comportamento de uma aplicação web. O componente Aplicação Web, exibido na arquitetura de sistema, foi implementado em HTML, CSS

3 e JS na parte *front-end* com elementos de responsividade na camada de visão do FYGROB e, assim, possibilitando um acesso amplo e em qualquer dispositivo que possua um navegador web, independente de sua resolução. Optou-se por não utilizar um *framework* de apresentação responsivo para que a aplicação possua menos código a ser processado em sua pilha computacional, já que vários códigos são incorporados na aplicação quando se adota um *framework*, favorecendo a um melhor desempenho.

Já a parte de *back-end* do componente Aplicação Web, implementou-se utilizando a tecnologia Java EE, por meio de Servlets e *JavaServer Pages* (JSPs). Servlets e JSPs são tecnologias, em aplicações corporativas, que podem ser utilizadas para implementação de serviços ou aplicações na web. Além disso, Servlets e JSPs favorecem um desenvolvimento baseado em componentes, independente de plataforma e uma metodologia para a construção de aplicações web, onde APIs Java podem ser acessadas [Yang et al. 2010]. Para que o componente Aplicação Web possa gerenciar ou manipular dados armazenados em ambos os Bancos de Dados Relacional presentes na arquitetura de sistema, adotou-se a API *Java Database Connectivity* (JDBC). A API JDBC pode ser usada para comunicação, via instruções SQL, com um Banco de Dados implantado em um SGBD Relacional. O JDBC é composto por um conjunto de classes e interfaces que fornecem padronização no acesso aos Bancos de Dados de qualquer fabricante [Zhang e Zhang 2014], facilitando assim a manutenção da aplicação e também uma possível troca de fabricantes de SGBD no âmbito do modelo relacional.

O componente Serviço de Mineração de Textos foi representado e implementado por meio de uma API que faz uso do modelo *bag-of-words*, implementado na linguagem Python. O Serviço de Mineração de Textos foi codificado na linguagem Python versão 3.7 e fez uso do Anaconda² versão 2019.10 que possui um conjunto de ferramentas e tecnologias que facilitam os aspectos de análise, gerenciamento e tratamento de dados. O Serviço de Mineração de Textos recebe, como entrada, uma requisição de objetos gráficos (seta 3) através da Aplicação Web (seta 1), recupera do Banco de Dados informações sobre os objetos gráficos por meio da Aplicação Web (setas 2 e 3), processa o modelo *bag-of-words* e disponibiliza os dados processados na Base de Conhecimento (seta 4). Por fim, a recomendação dos objetos gráficos, disponibilizada ao usuário, é feita por meio da Aplicação Web (setas 4, 3 e 1).

4.3. Aspectos Funcionais

Nesta subseção são descritas as principais funcionalidades do FYGROB, um repositório de objetos gráficos na forma de rede social virtual. Para guiar a explicação das principais funcionalidades, descrevem-se as principais telas ou interfaces para conduzir a explicação e mostrar o fluxo que foi implementado no FYGROB.

A Figura 3 exibe a tela inicial da aplicação, onde é possível realizar a identificação do usuário na rede social virtual. Além disso, nesta mesma tela, é possível ser redirecionado a uma tela para que seja possível realizar um cadastro de um novo usuário da rede por meio do *hiperlink* “Crie sua conta”.

Ao clicar no *hiperlink* “Crie sua conta”, a tela disposta na Figura 4 é apresentada ao usuário para que ele possa realizar seu cadastro e fazer parte da rede social FYGROB.

²Anaconda - The World's Most Popular Data Science Platform. Disponível em: <https://www.anaconda.com/>. Acesso em: 11 de novembro de 2019.



Entrar

Ainda não faz parte da nossa rede?
[Crie sua conta](#)

Figura 3. Tela de Login

FYGROB Entrar

Crie sua conta

* NOME

* USUÁRIO

* E-MAIL

* SENHA

* CONFIRMAR SENHA

Figura 4. Tela de Cadastro de Novos Usuários

Após realizar seu cadastro, o usuário poderá utilizar a tela disposta na Figura 3 para poder efetuar sua identificação e utilizar o FYGROB. A tela apresentada na Figura 5 é apresentada ao usuário quando o mesmo efetua sua identificação com sucesso.

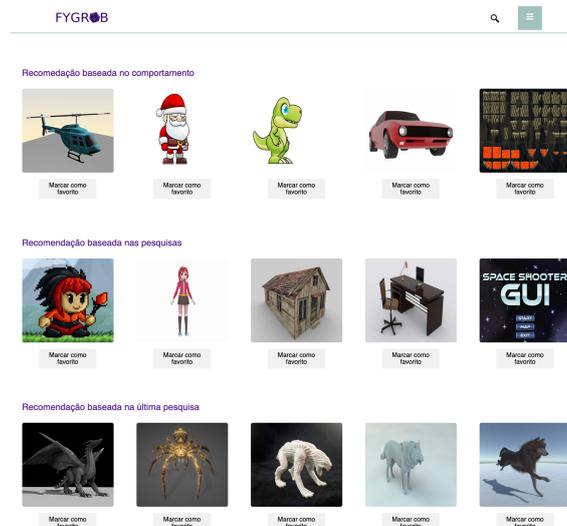


Figura 5. Tela Inicial

Na tela disposta na Figura 5 podem ser visualizados os seguintes aspectos: i) as recomendações baseadas no comportamento; ii) as recomendações baseadas nas pesquisas; e iii) as recomendações baseadas na última pesquisa. O item i) refere-se a recomendações que são realizadas por meio da interação do usuário na rede social, buscando objetos de outros usuários. Já o item ii) são recomendações que foram feitas por meio de uma busca que o usuário faz na própria interface da rede social. Por fim, o item iii) refere-se a última recomendação que foi feita para o usuário que está identificado na rede.

Os usuários identificados na rede social que representa o repositório de objetos gráficos podem fazer *upload* de objetos gráficos para serem compartilhados com outros usuários. No escopo deste trabalho foi limitado que apenas objetos gráficos 2D e 3D possam ser compartilhados.

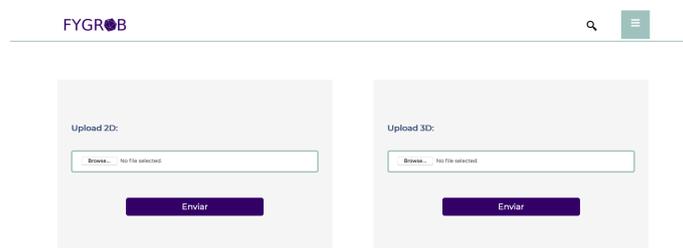


Figura 6. Tela para o Objeto Gráfico

A imagem mostra um formulário web para inserir metadados de objetos 2D. O formulário é dividido em duas colunas e contém os seguintes campos: 'Nome:' (campo de texto com 'inverno-116.jpg'), 'Extensão:' (menu suspenso com '.ai'), 'Altura:' (campo de texto com '128'), 'Largura:' (campo de texto com '128'), 'Categoria de jogo:' (menu suspenso com 'Plataforma'), 'Estilo:' (menu suspenso com 'Cartoon'), 'Canal de cores:' (menu suspenso com 'RGB'), 'Tipo:' (menu suspenso com 'Táteis'), 'Cor predominante:' (menu suspenso com 'Azul'), 'Vetorial:' (menu suspenso com 'Sim'), 'Canal alfa:' (menu suspenso com 'Sim') e 'Descrição:' (campo de texto com 'Táteis para jogo plataforma com tema de inverno. Pode ser usado como tema natalino (nã)'). Um botão 'Enviar' em um fundo verde escuro está localizado na base do formulário.

Figura 7. Tela para Inserir Metadados de Objetos 2D

Assim, para que o objeto seja disponibilizado na rede social, a tela representada na Figura 6 permite que o usuário realize esta ação. Após a disponibilização, via *upload*, de objetos 2D ou 3D, o usuário é direcionado para uma tela onde ele especifica metadados que descrevem melhor o objeto que foi disponibilizado. Para isso, o usuário se serve das telas apresentadas nas Figuras 7 e 8 para fazerem a descrição, respectivamente, de

FYGR0B

Upload 3D

Nome:

Extensão:

Categoria de jogo:

Estilo:

Textura:

Articulado:

Animação:

Geometria:

Material:

Low poly:

Cor predominante:

Mapeamento UV:

Descrição:

Enviar

Figura 8. Tela para Inserir Metadados de Objetos 3D

FYGR0B

Selecione uma foto para ser exibida como apresentação do objeto:

Enviar

Figura 9. Tela para Inserir uma Imagem de Apresentação do Objeto Gráfico

objetos gráficos 2D e 3D. Isso possibilita que a busca seja feita de forma mais precisa, pois o usuário poderá pesquisar, por exemplo, por objetos 2D que tenham azul como cor predominante, ou objetos 3D que sejam articulados e que possuam textura. O mesmo se aplica à recomendação, pois baseado nas características dos objetos mais relevantes para cada usuário, de forma específica, serão recomendados objetos semelhantes.

Para finalizar a disponibilização de um objeto gráfico 2D ou 3D na rede social virtual que representa o repositório, é necessário que o usuário especifique uma imagem para simbolizar o objeto gráfico que está sendo disponibilizado. Para isso, a tela exibida na Figura 9 é apresentada para que o usuário disponibilize uma imagem que caracterize o objeto gráfico que está sendo disponibilizado na rede social, facilitando que outros usuários possam identificar melhor o conteúdo que está disponibilizado. Além disso, esta imagem possibilita que o usuário tenha uma prévia visualização de como o objeto é antes de realizar o *download*.

Na tela de Meus Objetos 2D (Figura 10) e Meus Objetos 3D (Figura 11), o usuário pode ver seus objetos já inseridos no repositório de sua rede social. A partir destas telas é possível visualizar os detalhes de cada objeto com suas propriedades e realizar *download*

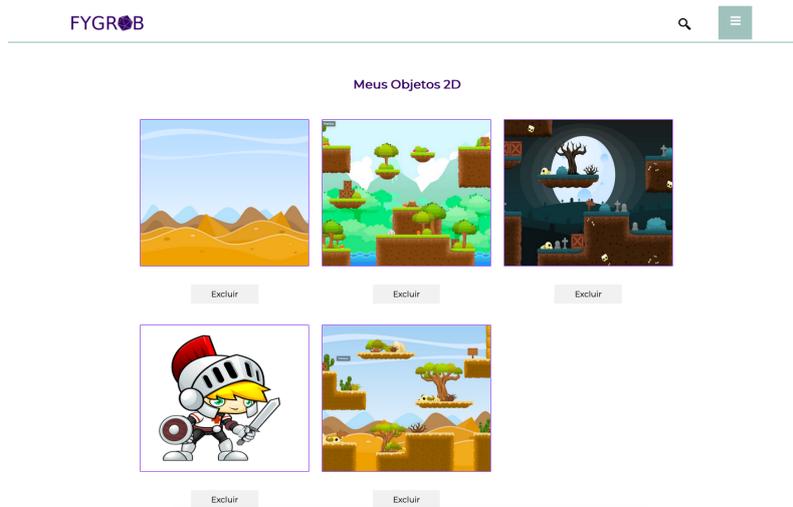


Figura 10. Tela para Visualizar os Objetos 2D de um Usuário

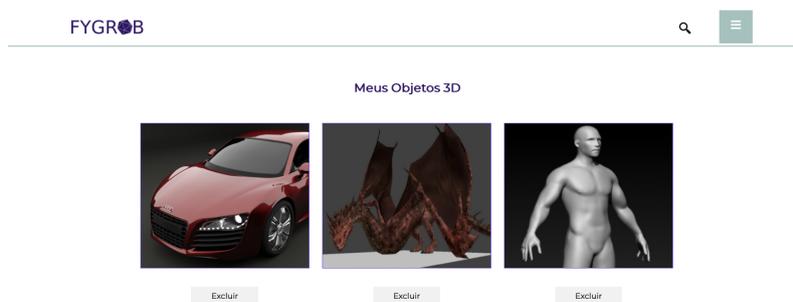


Figura 11. Tela para Visualizar os Objetos 3D de um Usuário

se assim desejar.

Caso o usuário, realmente, deseje ver todos os detalhes armazenados no repositório sobre o objeto gráfico 2D, basta que ele clique sobre o objeto 2D que a tela disposta na Figura 12 irá aparecer e informar os detalhes do objeto selecionado. Assim como pode ser visualizado detalhes sobre um dado objeto gráfico 2D, o mesmo pode ser feito em um dado objeto gráfico 3D, bastando selecionar o objeto gráfico 3D desejado que a tela apresentada na Figura 13 irá ser disponibilizada para que o usuário possa ver todas as informações existentes sobre o dado objeto no repositório.

A tela representada na Figura 14 possibilita que o usuário busque por objetos gráficos 2D e/ou 3D, informando uma *string* de busca. Essa *string* de busca é colocada como entrada para que o Serviço de Mineração de Textos recomende objetos gráficos, utilizando critérios de relevância entre a *string* de busca e os dados dos objetos.

Por fim, o usuário tem a possibilidade de ver seus dados de sua conta, alterá-los e estabelecer uma imagem para representá-lo na rede social do repositório de objetos gráficos. A tela disposta na Figura 15 ilustra como os dados da conta do usuário podem

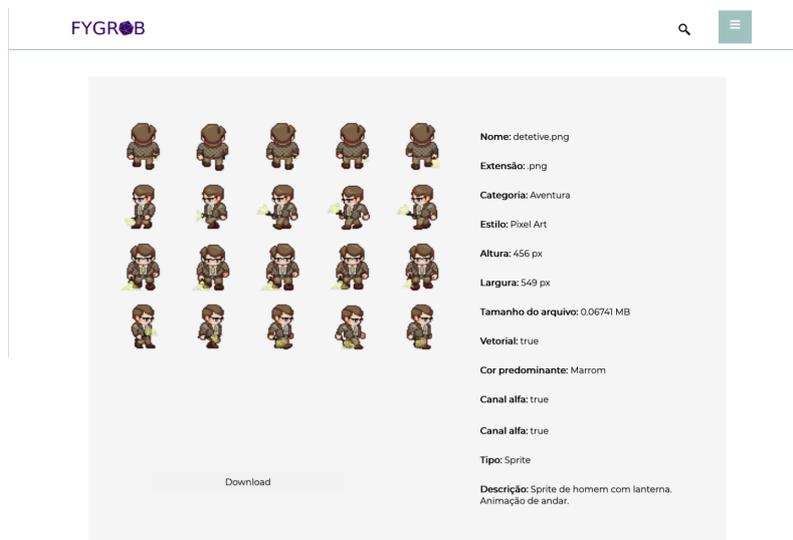


Figura 12. Tela para Visualizar Detalhes de um Objeto 2D

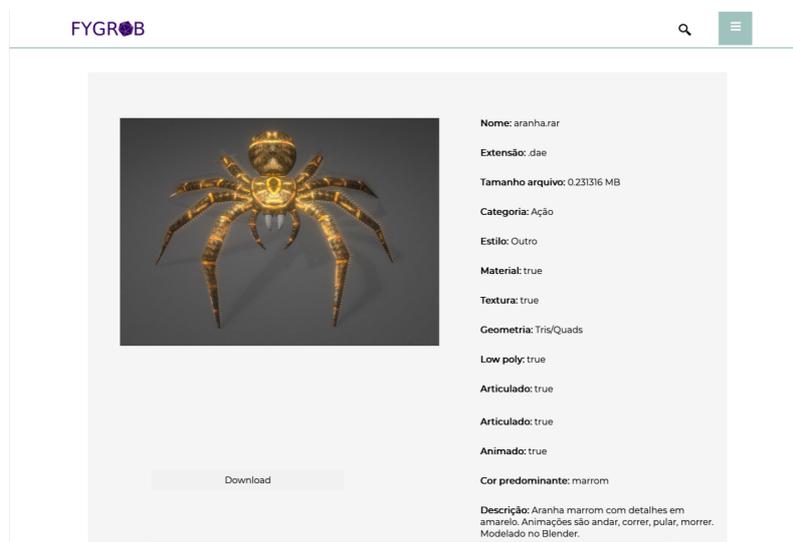


Figura 13. Tela para Visualizar Detalhes de um Objeto 3D

ser visualizados.

Clicando na opção “Alterar dados”, o usuário é direcionado ao formulário apresentado na Figura 16 para que ele possa efetuar as alterações desejadas. Por outro lado, se o usuário clicar na opção “Alterar foto perfil” disposta na Figura 17, ele pode disponibilizar uma imagem para representá-lo, graficamente, na rede social. Ademais, o usuário tem a opção de excluir sua conta por meio da opção “Excluir” da tela mostrada na Figura 15.

5. Avaliação

O objetivo da avaliação é verificar se a recomendação de objetos gráficos no repositório está consistente com os objetos existentes. Para isso, utilizou-se um *dataset* de objetos

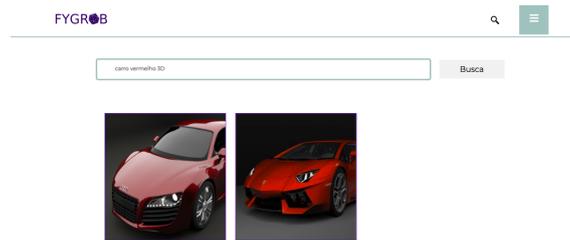


Figura 14. Tela para Buscar por Objetos Gráficos

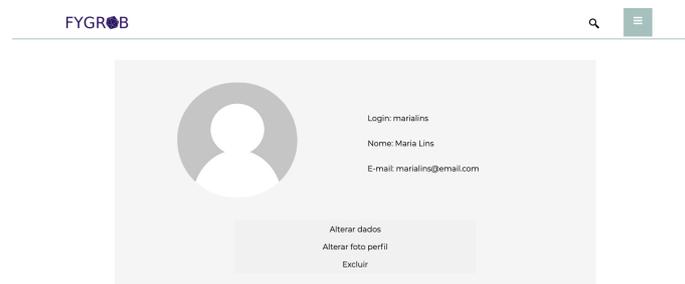


Figura 15. Tela para Visualizar o Perfil do Usuário

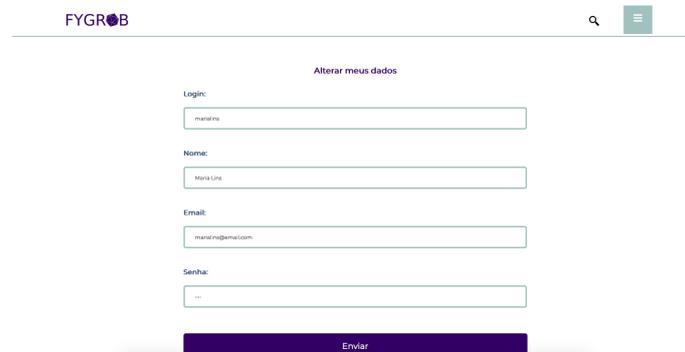


Figura 16. Tela para Alterar Dados do Perfil do Usuário

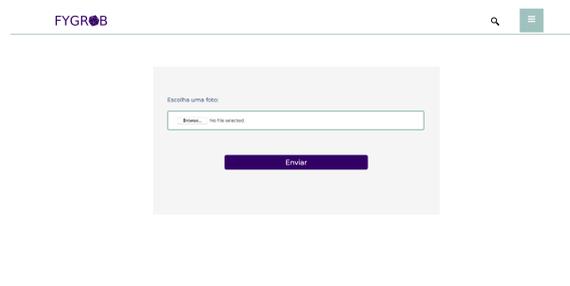


Figura 17. Tela para Disponibilizar uma Imagem no Perfil do Usuário

gráficos e estes foram incluídos no repositório. Além disso, estes objetos foram aleatoriamente alocados aos usuários existentes na rede social que representa o repositório. A

ideia é que usuários possam ter seus próprios objetos gráficos para serem recomendados para outros usuários, baseando-se no histórico de buscas anteriores.

O *dataset* utilizado na avaliação pode ser melhor compreendido na Tabela 2. No total foram criados 11 usuários e 34 objetos gráficos, onde 17 objetos gráficos são do tipo 2D e 17 objetos gráficos são do tipo 3D. O tamanho do componente Banco de Dados ficou em 966 MB, abrangendo esquema de dados e também instâncias de dados. É válido ressaltar que os objetos gráficos, tanto 2D quanto 3D, são armazenados no Banco de Dados na forma de sequência de *bytes*.

Tabela 2. Detalhamento do *Dataset* utilizado na Avaliação

https://www.gameart2d.com/	13 objetos gráficos 2D
https://www.pngtube.com/	4 objetos gráficos 2D
https://free3d.com	15 objetos gráficos 3D
https://www.cgtrader.com/	2 objetos gráficos 3D

Com o *dataset* criado e a aplicação FYGROB em execução, fez-se algumas buscas, com cada usuário, para simular uma execução prévia que representa a interação dos usuários com o FYGROB, assim, gerando históricos de buscas para produzir dados na Base de Conhecimento. Nesta avaliação, para cada um dos 11 usuários, fez-se, pelo menos, cinco buscas por textos, compostos por palavras-chaves, no intuito de receber recomendações de objetos gráficos 2D e/ou objetos gráficos 3D.

Para validar as buscas que foram feitas, utilizou-se um teste manual, uma vez que o *dataset* é relativamente pequeno. Neste sentido, para cada busca que envolve um texto com palavras-chaves, analisou-se os dados dos objetos gráficos recuperados. O primeiro aspecto a ser observado é se os textos presentes na busca faziam sentido com os textos dispostos na descrição do objeto e também em alguns atributos que descreviam o objeto, como, por exemplo, seu tipo.

Além disso, a lista de recomendação dos objetos, após cada busca, sofria uma ação de ranqueamento para deixar os objetos mais relevantes como os primeiros da lista. Todos os testes feitos, com os 11 usuários, todos os resultados de buscas geraram recomendações que faziam sentido e os ranqueamentos também deixavam os objetos mais relevantes como os primeiros da lista. Para exemplificar o processo de validação, seja a *string* de busca “sprite garoto garota andar correr” e a Tabela 3 trecho do *dataset* de alguns objetos gráficos destacando o identificador, a descrição de tais objetos e seu tipo.

Após a execução do Serviço de Mineração de Textos, por meio do *bag-of-words*, os objetos gráficos foram analisados e classificados conforme a ordem de relevância para a busca que foi especificado. Em seguida, os objetos gráficos, já ordenados pela relevância, foram apresentados, ao usuário, na forma de recomendação. A Tabela 4 apresenta o resultado final do processo de recomendação após uma busca. É válido ressaltar que quanto maior a classificação maior a recomendação.

Como pode-se observar pela Tabela 4, os objetos gráficos que tiveram maior classificação foram aqueles que tiveram maior ocorrência das palavras-chaves contidas na busca. Sendo assim, o *bag-of-words*, por meio do Serviço de Mineração de Textos, sinaliza que tais objetos tiveram maior relevância semântica no processo de análise textual.

Tabela 3. Trecho dos Objetos Gráficos Presentes no Dataset

Id	Descrição	Tipo
160	Sprite do Papai Noel para jogos com temática natalina (natal). As animações são correr, andar, pular, deslizar, morrer.	2D
161	Sprite de um dinossauro que tem animações de correr, andar, pular e morrer.	2D
162	Lobo cinza modelado no Blender. Animações são andar, correr, parado, sentar.	3D
164	Sprite de garota ninja. Animações de pular, andar, correr, lutar, morrer.	2D
171	Dragão modelado no Blender. Animal / monstro possui as animações de andar, correr, parado, sentar.	3D
172	Alien / monstro modelado no Maya. Animações são andar, correr, parado, sentar.	3D
183	Sprite de um robô, com animações de andar, morrer, pular, correr, atirar, atacar, parado.	2D
200	Sprite de garoto com armadura, espada e escudo, com detalhes em vermelho e cabelo amarelo.	2D

Tabela 4. Resultados do Processo de Recomendação dos Objetos Gráficos

Id	Descrição	Tipo	Classificação
161	Sprite de um dinossauro que tem animações de correr, andar, pular e morrer.	2D	3
183	Sprite de um robô, com animações de andar, morrer, pular, correr, atirar, atacar, parado.	2D	3
160	Sprite do Papai Noel para jogos com temática natalina (natal). As animações são correr, andar, pular, deslizar, morrer.	2D	2
164	Sprite de garota ninja. Animações de pular, andar, correr, lutar, morrer.	2D	2
200	Sprite de garoto com armadura, espada e escudo, com detalhes em vermelho e cabelo amarelo.	2D	2
171	Dragão modelado no Blender. Animal / monstro possui as animações de andar, correr, parado, sentar.	3D	2
162	Lobo cinza modelado no Blender. Animações são andar, correr, parado, sentar.	3D	2
172	Alien / monstro modelado no Maya. Animações são andar, correr, parado, sentar.	3D	2

6. Conclusão

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de uma aplicação web chamada FYGROB, que representa uma rede social virtual, para que usuários desenvolvedores de jogos di-

gitais possam compartilhar objetos gráficos. Assim, a rede social virtual atua como um repositório de objetos gráficos que facilitam a interação e a integração de desenvolvedores de jogos digitais. Para isso, teve-se que estudar e compreender a padronização das informações de objetos gráficos 2D e 3D. Após isso, elencou-se um conjunto de requisitos de sistema e de dados para que os objetos gráficos fossem depositados e recuperados em um repositório inteligente, que faça recomendações de objetos gráficos entre desenvolvedores da rede social virtual desenvolvida. Implementou-se uma técnica inteligente escolhida para facilitar a localização de objetos gráficos por parte dos desenvolvedores de jogos digitais que utilizam a rede social virtual. Por fim, analisou-se, manualmente, as recomendações feitas na rede social virtual, servindo-se de um conjunto de objetos gráficos 2D e 3D recuperados de *datasets* públicos.

Após a avaliação, pôde-se notar que a técnica *bag-of-words* exibiu resultados consistentes na busca realizada, o que comprova que a técnica é eficiente e, no caso deste trabalho, precisa. A escolha da linguagem Python utilizada para o desenvolvimento da API com a técnica *bag-of-words* foi eficiente, pois com poucas linhas, produziu-se o código de rápido entendimento por parte dos programadores (não iniciantes). Já a linguagem Java utilizada na produção da rede social poderia ter sido substituída por outras mais recentes que são mais práticas e possuem mais recursos.

Como trabalhos futuros, almeja-se: i) utilizar no Serviço de Mineração de Textos todos os metadados existentes, atualmente só leva-se em consideração a descrição e os tipos dos objetos gráficos; ii) procurar bibliotecas ou APIs que façam extração de mais metadados dos objetos gráficos no intuito de enriquecer nosso modelo de dados para recomendações mais acuradas; iii) realizar uma avaliação com grupos de desenvolvedores de jogos digitais nos aspectos de experiência do usuário e usabilidade do FYGROB; iv) implementar outros modelos ou técnicas de mineração de textos para avaliar a acurácia de modelos ou técnicas; v) utilizar o componente Base de Conhecimento no intuito de aplicar técnicas de aprendizagem de máquinas mais elaboradas nos históricos dos processamentos já realizados e, assim, melhorando futuras recomendações; e vi) refatorar a implementação da responsividade e agregar aspectos de acessibilidade na web para tornar o FYGROB inclusivo e que possa alcançar um maior número de usuários.

Referências

- Abt, C. C. (1987). *Serious games*. University Press of America, Nova Iorque.
- Benitez, A. B., Chang, S.-F., Huang, Q., Paek, S., e Puri, A. (2007). Multimedia integration description scheme, method and system for mpeg-7. *United States Patent*.
- Borba, E. Z. (2014). *Imersão visual e corporal. Paradigmas da imersão em simuladores*.
- Botelho, A. L. P. (2019). Otimização da escolha de modelo de propagação por medição de campo e inteligência artificial. Dissertação, (Engenharia Elétrica) - Universidade Presbiteriana Mackenzie 163 f, São Paulo, SP, BR.
- Brito, A. (2011). *Bender 3D: jogos e animações interativas*. Novatec, São Paulo.
- Cao, H., Peng, Y., Jiang, J., Falleri, J.-R., e Blanc, X. (2017). Automatic identification of client-side javascript libraries in web applications. In *Proceedings of the Symposium on Applied Computing, SAC '17*, pages 670–677, New York, NY, USA. ACM.

- Carvalho, R. C. d. (2017). Aplicação de técnicas de mineração de texto na recuperação de informação clínica em prontuário eletrônico do paciente. Dissertação, (Mestrado em Ciência da Informação) - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Marília.
- Chandler, H. M. (2012). *Manual de produção de jogos digitais*. Bookman, Porto Alegre.
- Chen, D.-Y., Tian, X.-P., Shen, Y.-T., e Ouhyoung, M. (2003). On visual similarity based 3d model retrieval. *Computer Graphics Forum*, 22(3):223–232.
- Elmasri, R. e Navathe, S. (2011). *Sistemas de banco de dados*. Pearson Brasil.
- G1 (2018). Mercado de Jogos Digitais cresce no Brasil e no mundo. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/especial-publicitario/puc-pr/profissionais-do-amanha/noticia/2018/10/08/mercado-de-jogos-digitais-cresce-no-brasil-e-no-mundo.ghtml>. Acesso em: 09 nov. 2019.
- Hirama, K. (2012). *Engenharia de software: qualidade e produtividade com tecnologia*. Elsevier, Rio de Janeiro.
- Huizinga, J. (2003). *Homo ludens*. Perspectiva, São Paulo.
- Kurose, J. F. e Ross, K. W. (2010). *Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down*. Addison Wesley, 5a. edition.
- Leng, B., Guo, S., Zhang, X., e Xiong, Z. (2015). 3d object retrieval with stacked local convolutional autoencoder. *Signal Processing*, 112:119 – 128. Signal Processing and Learning Methods for 3D Semantic Analysis.
- Lewis, D. D. (1992). An evaluation of phrasal and clustered representations on a text categorization task. In *Proceedings of the 15th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, SIGIR '92*, pages 37–50, New York, NY, USA. ACM.
- Li, Y., Dai, A., Guibas, L., e Nießner, M. (2015). Database-assisted object retrieval for real-time 3d reconstruction. *Comput. Graph. Forum*, 34(2):435–446.
- Loudon, K. (2010). *Desenvolvimento de grandes aplicações Web*. Novatec, São Paulo.
- Manssour, I. e Cohen, M. (2006). Introdução à computação gráfica. *RITA*, 13:43–68.
- Matsubara, E. T., Martins, C. A., e Monard, M. C. (2003). Pretext: uma ferramenta para pré-processamento de textos utilizando a abordagem bag-of-words. Technical report, São Carlos, SP.
- Morais, F. C. (2009). Desenvolvimento de jogos eletrônicos. Dissertação, (Bacharelado em Ciência da Computação) - Centro Universitário de Belo Horizonte, Belo Horizonte, MG, BR.
- Santos, L. M., Esmín, A. A. A., Zambalde, A. L., e Nobre, F. M. (2010). Twitter, análise de sentimento e desenvolvimento de produtos: Quanto os usuários estão expressando suas opiniões? *Revista de Ciências e Tecnologias de Informação e Comunicação*, 1(13):159–170.

- Scarpa, A. D. (2017). Técnicas de processamento de linguagem natural aplicadas às ciências sociais. Dissertação, (Mestrado em Modelagem Matemática da Informação) - Pós-Graduação em Matemática Aplicada, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.
- Schell, J. (2008). *The art of game design: a book of lenses*. Elsevier, Burlington.
- Scriptcase (2019). Desenvolvimento WEB. Disponível em: <http://www.scriptcase.com.br/desenvolvimento-web/>. Acesso em: 27 de agosto de 2019.
- Tanenbaum, A. e van Steen, M. (2007). *Distributed Systems: Principles and Paradigms*. Pearson Prentice Hall.
- Vasconcellos, M. S. d. (2018). A saúde na era do jogo digital. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/a-saude-na-era-do-jogo-digital/>. Acesso em: 27 de agosto de 2019.
- Yang, C.-T., Lo, Y.-H., e Chen, L.-T. (2010). A web-based parallel file transferring system on grid and cloud environments. In *Proceedings of the International Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications, ISPA '10*, pages 16–23, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society.
- Zhang, Y. e Zhang, L. (2014). Jdbc-based middleware applications in instant message systems. In *The 2014 2nd International Conference on Systems and Informatics (ICSAI 2014)*, pages 1044–1049.