

Tangram de Cordel: Geometria e Poesia em Um Jogo Sério sobre a Cultura Nordestina

Maria Andréia F. Rodrigues¹

Yvens R. Serpa

Daniel V. Macedo

A. Plínio F. Bastos

Universidade de Fortaleza (UNIFOR), CCT, Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada (PPGIA), Brasil

RESUMO

A literatura de cordel é uma poesia popular e tradicional do nordeste brasileiro, com rigor da métrica, rima e humor peculiar, atualmente, também presente em outras regiões do país, como fonte de cultura e entretenimento. Neste trabalho, é apresentado Tangram de Cordel, um jogo sério que une geometria e poesia, tendo como base um enredo lúdico sobre a cultura nordestina. Palavras-chave de um conjunto de cordéis, as quais representam figuras (objetos, animais, símbolos e pessoas) são disponibilizadas para que 7 peças geométricas coloridas possam ser encaixadas em um *puzzle*, de tal forma a compor corretamente estas imagens. Ao completar todos os *puzzles* que representam as figuras destacadas na poesia, uma animação das peças formadas no Tangram com o cordel cantado é apresentada (incluindo legendas, para uma maior acessibilidade), como forma de estimular e valorizar a experiência do usuário. Os níveis de dificuldade do jogo são determinados pelo número de imagens de Tangram apresentado nos cordéis e suas complexidades geométricas. Novos cordéis são liberados à medida que os cordéis correntes vão sendo completados. O jogo apresenta diferentes tipos de cordéis, desafios e níveis de dificuldade. Exercita a resolução de problemas e a criatividade, possibilita a imersão na cultura nordestina de forma divertida, estimula o estudo da geometria e melhora a aptidão espacial, através da prática de movimentos de rotação.

Palavras-chave: tangram, cordel, jogo sério, animação.

1 INTRODUÇÃO

O cordel, resultado do saber popular, é um constituinte importante da formação cultural brasileira e nordestina [1], através do qual diversas problemáticas do gênero sócio-político-econômico e cultural são evidenciadas por meio de versos e rimas [2]. O poeta de cordel, apresenta leituras particulares da realidade social e vivências cotidianas, de forma lúdica, estimulando o processo de ensino e aprendizado. Estas variam de tramas amorosas até sátiras políticas, passando por narrativas fantasiosas de príncipes, dragões, animais, críticas sociais, relatos de atos heróicos, lições moralistas e religiosas, etc. [3].

Já o Tangram tradicional (Figura 1) é um jogo popular de origem chinesa que consiste em um *puzzle* cujas partes originam-se a partir de um quadrado dividido em outras 7 peças (um quadrado, um paralelogramo e cinco triângulos), que juntas, sem que haja sobreposição, formam centenas de figuras diferentes [4]. Outras formas de Tangram existem, montados com um número diferente de peças e formatos variados.

Além de ser um jogo de *puzzle* divertido, Tangram engloba valores matemáticos importantes, particularmente, relacionados à geometria e relação espacial, visto que o jogador aprende a movimentar as peças (transladar e rotacionar) para a composição

de diferentes formas geométricas. Adicionalmente, oferece possibilidades de aprendizado sobre as áreas das figuras.

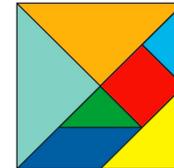


Figura 1: Tangram tradicional e suas 7 peças.

Tangrams podem ser combinados de diferentes formas, criando imagens divertidas e realistas de personagens. Montar os *puzzles* do Tangram de forma a construir personagens que serão animados para contar histórias através de versos de cordéis, possibilita vivências e experiências diferenciadas sob o aspecto lúdico, cultural e de aprendizado.

Neste contexto, é apresentado Tangram de Cordel, um jogo sério [5] que une geometria e poesia, tendo como base um enredo lúdico sobre a cultura nordestina. Palavras-chave de um conjunto de cordéis correspondem aos personagens animados do jogo, os quais são construídos com as 7 peças do Tangram. O jogo apresenta diferentes tipos de cordéis, desafios e níveis de dificuldade. Adicionalmente, exercita a resolução de problemas e a criatividade, possibilita a imersão na cultura nordestina de forma divertida, estimula o estudo da geometria e melhora a aptidão espacial, através da prática de movimentos de rotação. Estudos iniciais com usuários mostraram que Tangram de Cordel é um jogo capaz de despertar grande interesse dos participantes, tanto sob o aspecto cultural da literatura de cordel, quanto sob o ponto de vista geométrico.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

O uso do Tangram na área da Educação tem sido um tópico frequentemente estudado, tanto sob o ponto de vista do brincar utilizando objeto concretos, quanto digitais [4, 6]. Neste contexto, benefícios educacionais importantes têm sido reportados com o uso do Tangram [7, 8].

Por outro lado, a literatura poética de cordel, em suas mais variadas formas populares de identidade regional (principalmente a nordestina), traz consigo um forte viés de identidade cultural [1] [2], representada principalmente pela interatividade escrita e oral.

Macedo *et al.* [6] apresentam um estudo sobre a aplicação do Tangram tradicional em testes com usuários (crianças de 9 a 11 anos), com foco na identificação de diversas dificuldades observadas na resolução deste tipo de *puzzle*. Em [9], um estudo similar é conduzido, porém, focado em crianças com autismo.

No âmbito virtual, diversos autores como Chiu [10] e Scarlatos [11], têm estudado o impacto do uso de *tablets* e *desktops* na educação. Ambos ressaltam que o impacto na educação do uso digital do Tangram é similar ao impacto do seu uso enquanto

¹E-mail: andreia.formico@gmail.com

objeto concreto. Afirmam ainda que a versão do Tangram digital tem o potencial adicional de oferecer novas oportunidades para que outros elementos visuais e sonoros motivadores sejam incluídos, através de dicas e desafios.

Ainda em formato digital, existem opções de Tangram, por exemplo, o Tangram Channel, um site destinado a professores e estudantes que possibilita a criação e impressão de objetos personalizados em Tangram [12]. O Tangram desenvolvido pela ABCya! possui foco no público exclusivamente infantil, usando uma identidade visual colorida, com as instruções narradas de forma didática [13]. Outro Tangram voltado ao público infantil é o Kids-Tangram [14], que possui um diferencial frente aos demais citados neste trabalho por mover o conjunto de peças de um lado para o outro da tela, com as imagens geradas nos *puzzles*.

No trabalho de Silva [15], é discutida a inclusão dos cordéis no currículo do ensino médio, com especial atenção no reconhecimento do valor cultural deste tipo de literatura e no potencial de engajamento dos alunos. Araújo também afirma que o cordel é uma forma de produção de conhecimento e divulgação cultural, a qual tem contribuído para o enriquecimento do processo educativo no ambiente escolar. A literatura de cordel também é apresentada por Chagas e Lopes em [16] como uma ferramenta de disseminação da cultura popular brasileira, especialmente, a nordestina.

3 PROCESSO DE DESIGN DO JOGO

Conforme já apresentado, o Tangram de Cordel foi concebido a partir da ideia de junção da percepção espacial estimulada pelo Tangram com a cadência e personalidade dos cordéis, que trazem consigo todo um acervo cultural de obras literárias contadoras de histórias, capazes de engajar e cativar, de forma lúdica.

3.1 Conceitos

Os conceitos que serviram de inspiração para a arte do jogo são originais e foram concebidos pelos autores deste trabalho. Suas representações visuais remetem aos cordéis que surgiram no século passado como folhetos que ficavam pendurados em cordões nos locais de venda públicos. Os cordéis eram feitos de papel jornal e impressos em gráficas antigas, trazendo na capa, geralmente, desenhos simples, feitos em xilogravura. Elementos visuais e expressões populares, típicas da cultura nordestina também foram incluídos no jogo, tais como: cacto, chapéu de gangaceiro, sol, dunas, etc.

3.2 Interface e Menus

Na tela de apresentação do jogo (Figura 2), o usuário clica em “Rumbora” para dar início ao Tangram de Cordel.

Na tela de escolha do cordel (Figura 3), o jogador seleciona o cordel “arretado” que deseja jogar. Sob o ponto de vista da arte gráfica, cada cordel corresponde a uma imagem ilustrativa de um folheto, o qual se encontra “pendurado” em uma corda de varal. A cor da capa do cordel representa o nível de dificuldade: amarelo (fácil), verde (médio) e rosa (difícil).

Escolhido o cordel, os personagens pré-selecionados no mesmo irão aparecer, individualmente e um por tela, na forma de um *puzzle* representado pela silhueta colorida em preto do personagem a ser montado via Tangram (Figura 4). Escolhendo o personagem, o jogador inicia a resolução do *puzzle*. Caso o jogador deseje sair do jogo ou desistir de montar o personagem do Tangram apresentado, deve selecionar a opção “Acovardar” (expressão típica do nordeste), disponível na interface.

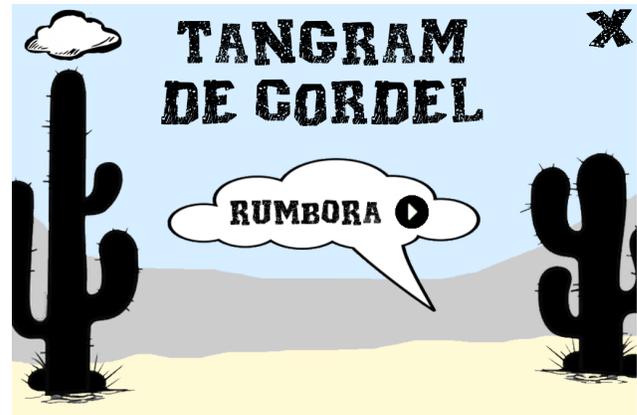


Figura 2: Tela de apresentação do jogo.



Figura 3: Tela de escolha do cordel.

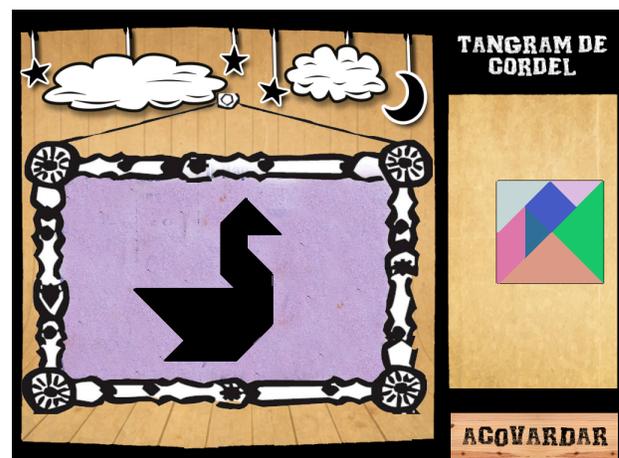


Figura 4: Tela do *puzzle* do personagem de Tangram do cordel.

3.3 Gameplay

Várias palavras-chave de cada cordel foram selecionadas para o jogo Tangram de Cordel. Para cada fase do jogo, um cordel específico é apresentado, respeitando níveis crescentes de dificuldade (fácil, médio, difícil). Os níveis de dificuldade do jogo são determinados pelo número de formas de Tangram contidos no cordel. Novos cordéis são liberados, à medida que os cordéis disponíveis vão sendo completados.

No Tangram de Cordel, o jogador escolhe uma das palavras pré-selecionadas no cordel, ou seja, um personagem, o qual é visualmente representado na tela do jogo por sua silhueta, na forma de um *puzzle* de Tangram. O jogador então deve resolver o *puzzle*, recriando a forma colorida do personagem (Figura 5.b), com as 7 peças disponíveis do Tangram, sem que haja sobreposição das mesmas (Figura 5).

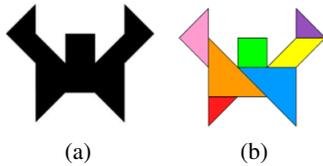


Figura 5: Em (a) e (b), respectivamente, a silhueta de referência do personagem (caranguejo) de Tangram no jogo e o mesmo personagem, montado com as 7 peças do Tangram.

3.4 Animações

Inicialmente, protótipos de personagens em movimento, construídos no próprio Tangram e selecionados nos cordéis, foram criados com o intuito de direcionar as animações implementadas no jogo (Figura 6).

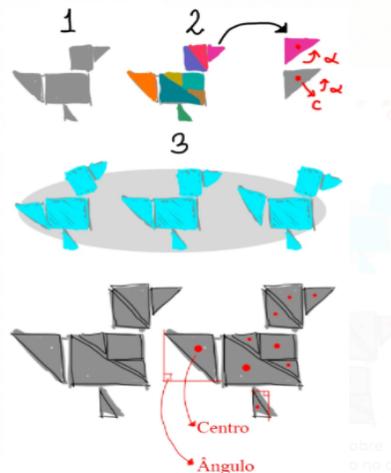


Figura 6: Protótipo de um personagem animado, construído no próprio Tangram. Sendo (1) a silhueta; (2) personagem montado com as peças do Tangram e (3) a animação do personagem (na animação, o Tangram multicolorido que representa o personagem original é substituído por 7 peças monocromáticas).

Ao completar todos os *puzzles* dos personagens de Tangram de um trecho de cordel específico, este é liberado e declamado como efeito sonoro paralelo à animação de todos os personagens apresentados, seguindo a ordem de aparecimento no texto do cordel. Para prover uma maior acessibilidade, os trechos do cordel e o cordel completo são também exibidos com legendas, como mostra a Figura 7.

3.5 Personagens do Tangram de Cordel

No jogo implementado, personagens (ou objetos do Tangram) podem ser criados com as 7 peças do *puzzle* e inseridos no jogo, junto ao cordel escolhido.

Inicialmente, é apresentada uma silhueta de cor preta que representa o personagem. Para completar o Tangram, é necessário

arrastar as peças coloridas que compõem o Tangram e posicioná-las com o objetivo de formar o personagem, preenchendo toda a silhueta, sem que haja nenhuma sobreposição ou ultrapasse os limites.



Figura 7: Texto do cordel do jogo e respectivos *puzzles* de Tangram, bem como o cordel completo, ao finalizar o jogo.

4 DESENVOLVIMENTO

Tangram de Cordel foi desenvolvido com o motor de jogos Unity3D [17]. Para o sistema do jogo, um cordel contém um texto original, separado em estrofes e Tangrams. Cada Tangram corresponde a um elemento importante de uma estrofe e deverá ser resolvido pelo jogador para habilitar a leitura da próxima estrofe.

Os cordéis são armazenados em JSONs (JavaScript Object Notation) [18], assim como os *puzzles* de Tangram, os quais são constituídos por uma lista de peças com suas respectivas posições no plano (x, y) e ângulos de rotação (em torno do eixo z).

Todo o sistema foi desenvolvido na linguagem C#, utilizando as boas práticas de programação e arquitetura de jogos para a Unity 3D [19].

4.1 Diagramas de Fluxo do Tangram de Cordel

O fluxo do jogo é exibido na Figura 8. Ao iniciar o Tangram de Cordel, o jogador deve escolher entre dois modos, Criação e Jogo. No modo de Criação, o jogador pode usar as peças do Tangram para montar livremente suas peças, podendo salvá-las em JSONs para serem posteriormente integradas a um cordel. Já no modo de Jogo, o usuário deve escolher um dos cordéis existentes, organizados pelos respectivos níveis de dificuldade.

No modo de Jogo, mostrado na Figura 9, os *puzzles* são apresentados na forma de silhuetas coloridas em preto, as quais correspondem à solução final do Tangram, como mostram os exemplos da Figura 4. O jogador deve usar as peças do Tangram para resolver o *puzzle* da silhueta e seguir com a leitura do Cordel. Cada peça posicionada torna-se inacessível aos comandos e sua cor é alterada para branco. Uma peça é considerada corretamente posicionada quando a sua posição no plano da tela e rotação estão próximas, isto é, respectivamente, até 2 u.m. de distância e até 1°, ou iguais aos valores de sua peça representada pela silhueta correspondente. Logo que uma peça é identificada como corretamente posicionada, sua posição no plano é automaticamente ajustada para a posição e rotação final, garantindo que esta corresponda exatamente à região da silhueta.

Após posicionar corretamente todas as peças do *puzzle*, o som de vitória é ativado e o Tangram é substituído por uma versão animada, realizando uma animação específica enquanto a estrofe correspondente do cordel é exibida e declamada. Após um tempo de leitura mínimo ou através do comando do jogador, o próximo Tangram é carregado e o processo reinicia, até que a leitura do cordel tenha sido concluída.

4.2 Manipulação das Peças (Rotação, Translação e Encaixe)

A manipulação das peças pelo *mouse* é feita da seguinte forma: ao clicar do *mouse* na tela do jogo, a Unity calcula qual é o ponto no ambiente 3D correspondente ao clique do *mouse*. Este ponto é usado no teste de colisão com um método existente no motor do jogo (chamado *Mesh Collider*) de cada peça. A peça colidente é selecionada internamente, podendo ser translada e rotacionada pelo jogador.

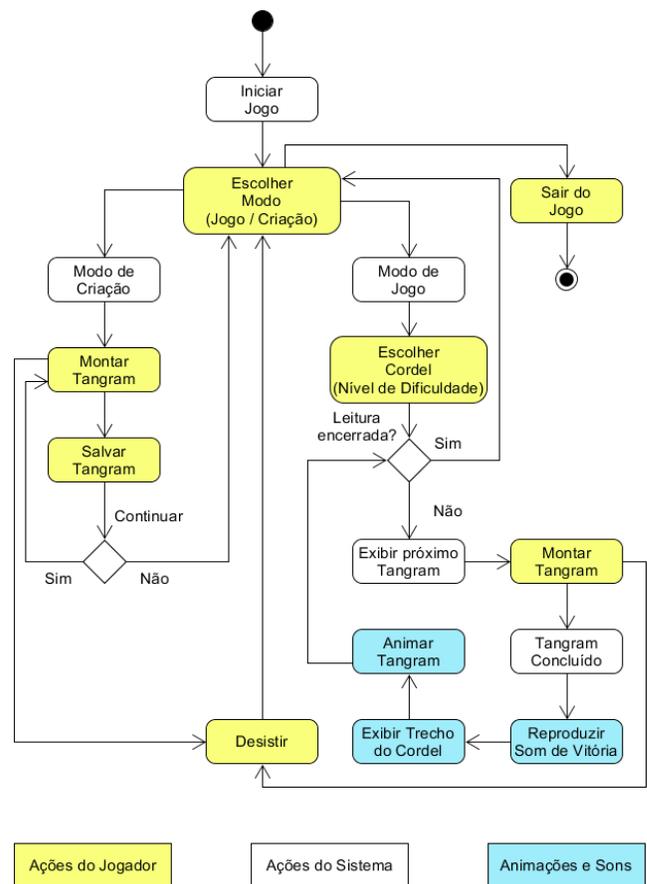


Figura 8: Fluxo geral do jogo.

Para transladar uma peça, o jogador deve selecioná-la, clicando sobre ela e arrastando-a. Já para a rotação, o jogador deve selecionar uma peça e rotacionar o *mouse wheel*, rotacionando-a para ambos os lados, usando este controle. Para gerar uma maior ou menor precisão, o jogador pode usar os modificadores SHIFT e CTRL, os quais diminuem e aumentam o ângulo de rotação da peça por movimento, respectivamente, além do ALT que força a rotação para que ocorra de 45 em 45° por vez. Por padrão, a peça gira 1° para cada ângulo de rotação do *mouse wheel*.

4.3 Efeitos Sonoros

Para uma maior imersão no Tangram de Cordel, foram incluídos no jogo efeitos sonoros [20] para acessar funcionalidades, alertar para erros, ativar música de fundo, encaixar as peças que formam os *puzzles*, etc. Em particular, todos os efeitos sonoros usados neste trabalho foram escolhidos em tema que representa a sanfona e são livres de direitos autorais.

Vale ressaltar que as peças do Tangram não colidem entre si, e o único teste e tratamento de colisão do sistema é entre *mouse* e peças.

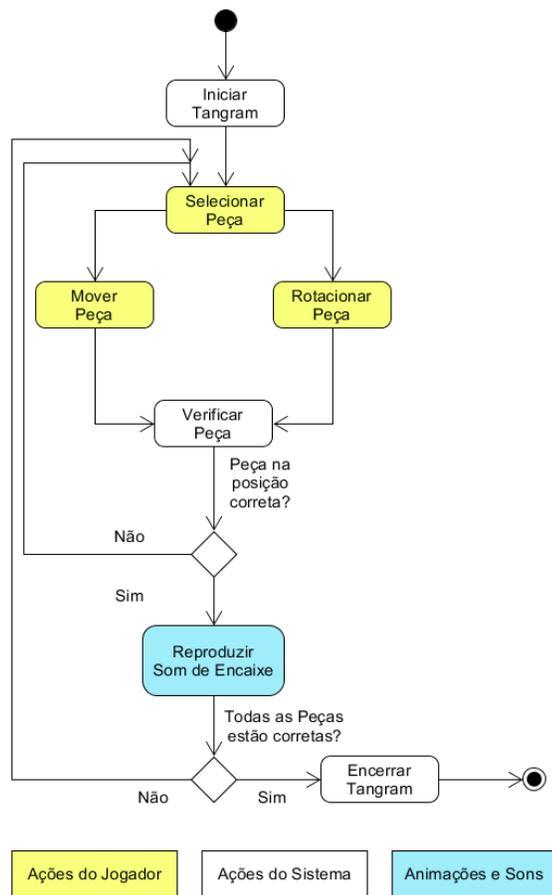


Figura 9: Fluxo de montagem da figura.

4.4 Animação das Peças

Para enriquecer ainda mais a experiência do usuário ao jogar o Tangram junto ao cordel escolhido, foi desenvolvido um sistema de animação para as peças. Para animar uma peça, foi espalhado alguns pontos âncora que representam os pontos de rotação de um certo conjunto de peças. A combinação de peças e pontos âncora variam de acordo com os personagens, ou seja, cada personagem possui seu próprio controlador de animação (representados graficamente em círculos, na Figura 10).

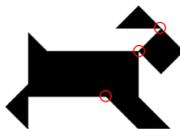


Figura 10: Pontos âncora da animação do cachorro destacados em vermelho.

É possível observar, na Figura 11, um exemplo de uma das animações de um dos personagens do cordel e do Tangram (o cavalo), que é apresentada para o usuário ao completar o Tangram.

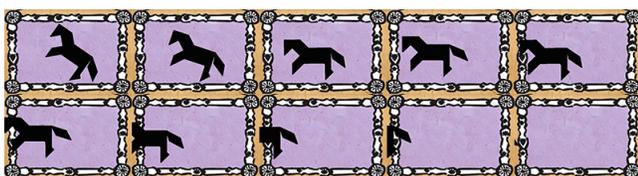


Figura 11: Quadros da animação do Tangram do cavalo.

5 TESTES REALIZADOS

Para avaliação do Tangram de Cordel, foram realizados testes objetivos e de usabilidade com dois grupos diferentes de usuários.

O primeiro, com 8 usuários entre 18 e 35 anos (4 mulheres e 4 homens), todos com nível universitário ou superior; e, o segundo, com 8 usuários entre 11 e 14 anos (3 garotas e 5 garotos), todos no Ensino Fundamental 2.

Apenas um membro do segundo grupo conhecia os mecanismos de posicionamento digital das peças do Tangram, sendo que nenhum destes conhecia as soluções dos puzzles do jogo. Seis participantes já haviam jogado Tangram tradicional. Apenas dois dos participantes conheciam, pelo menos, um dos cordéis apresentados no jogo.

Todos acharam claras as explicações das regras do jogo. Mais especificamente, foram escolhidos trechos de dois cordéis, classificados em dois níveis de dificuldade: (1) fácil e (2) médio. Os níveis de dificuldade foram definidos conforme o número de figuras de Tangram a serem montadas em cada um dos cordéis.

Inicialmente, durante a fase pré-teste, Tangram de Cordel foi apresentado individualmente a cada participante, bem como as suas regras e mecanismos de *gameplay*. Detalhes sobre os testes a serem aplicados e formulários a serem preenchidos também foram introduzidos e eventuais dúvidas esclarecidas.

Durante os testes, para cada usuário individualmente e para cada cordel escolhido, seguindo o nível de dificuldade dos mesmos, foi observado o tempo gasto para resolução de cada um dos *puzzles* de um mesmo cordel.

Para viabilizar a realização dos testes, o tempo máximo para a realização de todos os *puzzles*, por cordel, foi previamente estimado como sendo, no máximo, de 10 minutos, valor este, estimado por um especialista.

Finalmente, com relação aos testes de usabilidade usando a escala 1-5 Likert [21], realizados pós-teste quantitativo, foi criado um formulário contendo questionamentos específicos em relação ao nível de facilidade, eficácia, entretenimento, *design* gráfico, originalidade, aprendizado, jogabilidade, originalidade, importância cultural, satisfação geral, etc. e se haveria interesse em jogar Tangram de Cordel em uma nova oportunidade. Além disso, sugestões de melhoria do jogo foram também colhidas, visando a implementação de melhorias futuras.

5.1 Cordéis e Personagens de Tangram Escolhidos

Nesta seção, são apresentados trechos dos dois cordéis escolhidos para os testes: *A Greve dos Bichos*, de Severino Milanês da Silva, [22] e *O Amor*, de Maria Andréia Formico Rodrigues [23].

A Greve dos Bichos é um exemplo clássico da literatura de cordel, que satiriza os profissionais da época por meio de sua relação com animais, criticando valores humanos e sociais, existentes até hoje. *O Amor* foi concebido para este trabalho, seguindo o estilo do cordel, em versos de sete sílabas ou redondilhas maiores, com foco em questões relativas ao amor, seus conflitos e suas nuances.

Em cada cordel, um conjunto de palavras foi selecionado para compor os personagens do jogo, representados como *puzzles* do Tangram, como mostrado nas subseções 4.1.1 (cachorro, gravata, caranguejo, tartaruga, baleia, cobra, cavalo) e 4.1.2 (cactus, flor, borboleta, coração, gato, rato, azulão = pássaro, lambari = peixe), bem como nas Figuras 12 e 13, respectivamente.

5.1.1 A Greve dos Bichos

Muito antes do dilúvio
Era o mundo diferente,
Os bichos todos falavam
Melhor do que muita gente
E passavam boa vida,
Trabalhando honestamente.

(...)

O **cachorro** era cantor,
Gostava de serenata,
Andava muito cintado,
De colete e de **gravata**.
Passava a noite na rua
Mais o Besouro e a Barata.

(...)

Do Telégrafo Sem Fio
Era o chefe **caranguejo**
Apesar de não saber
Daquele troço o manejo
Dava melhor pra tocar
Berimbau ou realejo

(...)

Tartaruga, pescadora
Era amiga da **baleia**
Tracajá guardava os ovos
Nos tabuleiros de areia
Mas a **cobra** só sabia
Falar mal da vida alheia

(...)

O **cavalo** relinchando
Seu sofrimento descreve
E pede que o movimento
Seja mesmo para breve
Que em todo o reino se faça
Estalar medonha greve

(...)



Figura 12: Sete Tangrams do cordel A Greve dos Bichos.

5.1.2 O Amor

No **cactus** reside o fruto,
O fruto que celebra a **flor**.
Na flor pousa a **borboleta**.
Sinônimo de paz e amor.
E juntando tudo, tem o festejo,
Obra de arte sem pudor:

Coração bate diminuto,
Quando o assunto é amor,
Amor de **gato** e **rato**, pintado na paleta,
Sem ódio, nem rancor.

Azulão voando no ensejo,
Lambari nadando com ardor.



Figura 13: Oito Tangrams do cordel O Amor.

6. RESULTADOS

Com base nos testes realizados, nesta seção são apresentados os resultados obtidos. Durante os testes, foram medidos o tempo gasto para resolução de cada um dos puzzles de um mesmo cordel.

6.1 Quantitativos

No geral, os participantes obtiveram uma média de 110,6 e 101,9s para montar os Tangram dos cordéis A Greve dos Bichos e O Amor, respectivamente.

As Figuras 14 e 15 mostram os tempos gastos nas montagens dos puzzles de Tangram do cordel A Greve dos Bichos. A média para o primeiro grupo de usuários foi de 113,8s e, para o segundo, foi de 107,4s.

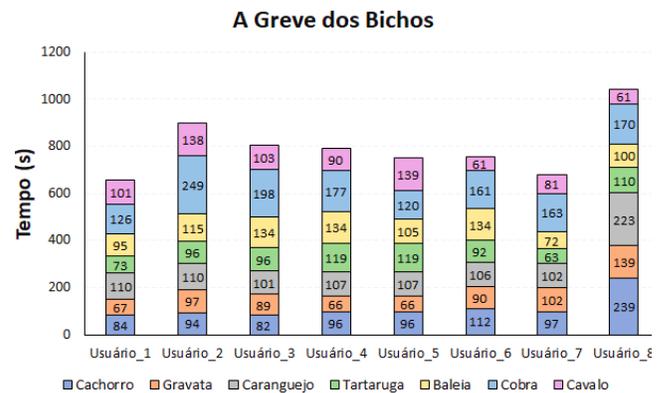


Figura 14: Tempo gasto por Tangram e por usuário do primeiro grupo, no cordel A Greve dos Bichos.

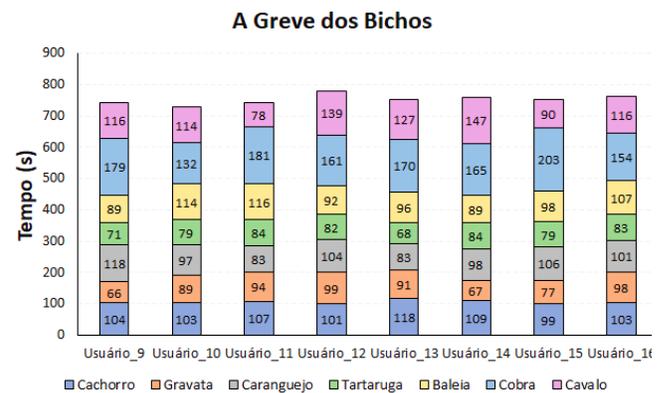


Figura 15: Tempo gasto por Tangram e por usuário do segundo grupo, no cordel A Greve dos Bichos.

Percebe-se que, para o primeiro grupo, existe um nível de dificuldade maior na resolução do Tangram da Cobra e do Caranguejo, com médias de 170,5 e 120,7s, respectivamente. E, para o segundo grupo, o nível de dificuldade maior é percebido na resolução do Tangram da Cobra e do Cavallo, com médias de 168,1 e 115,8s, respectivamente.

Já as Figuras 16 e 17, mostram o tempo gasto nas montagens dos puzzles de Tangram do cordel O Amor. A média do primeiro grupo de usuários foi de 104,5s e, do segundo, foi de 99,3s.

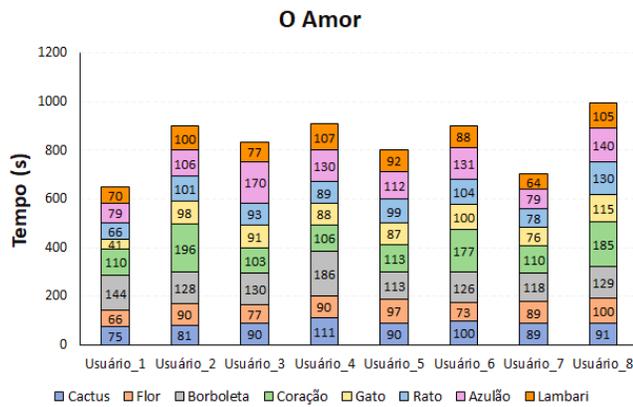


Figura 16: Tempo gasto por Tangram e por usuário do primeiro grupo, no cordel O Amor.

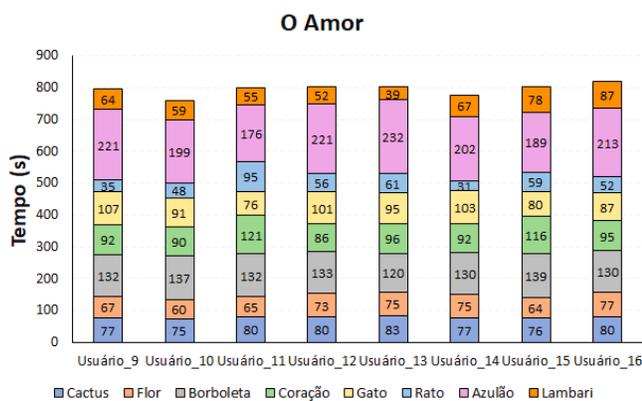


Figura 17: Tempo gasto por Tangram e por usuário do segundo grupo, no cordel O Amor.

Pode-se observar que no cordel *O Amor*, o primeiro grupo de usuários apresentou um nível maior de dificuldade na resolução dos *puzzles* Coração, Borboleta e Azulão, gastando em média, respectivamente, 137,5, 134,3 e 118,3s. Muito provavelmente, os participantes podem ter vivenciado uma maior dificuldade na resolução destes *puzzles* de Tangram, devido ao fato de que estes exigem um número maior de movimentos de rotação.

Já para o segundo grupo, o nível de dificuldade é observado nos *puzzles* do Azulão e da Borboleta, com valores médios de 206,6 e 131,6s, respectivamente. Todos os participantes do segundo grupo demonstraram sinais de cansaço ao montar o Tangram do Azulão, provavelmente, devido ao tempo despendido na resolução dos outros *puzzles*, que foram resolvidos anteriormente, o que pode ter impactado no aumento significativo do tempo de conclusão.

No geral, percebe-se uma variação considerável entre o maior e menor tempo (medido em segundos) de cada usuário, tanto no cordel *A Greve dos Bichos* (respectivamente, 126 e 67, por exemplo), quanto no *O Amor* (respectivamente, 144 e 41, por exemplo). O tempo médio dos participantes para a realização de todos os *puzzles*, por cordel, foi 13,2 minutos. Esse valor ultrapassou um pouco o tempo estimado pelo especialista, que seria de 10 minutos.

Adicionalmente, os tempos para a resolução dos *puzzles* do Tangram mostraram-se mais reduzidos no segundo grupo de usuários. Estes demonstraram uma maior facilidade e rapidez no

aprendizado do jogo, talvez devido à faixa etária menor deste grupo.

6.2 Qualitativos

No geral, todos os participantes avaliaram de forma positiva o jogo, nos quesitos Satisfação geral, Importância Cultural, Entretenimento, Eficácia, Facilidade, Jogabilidade, *Design* Gráfico e Originalidade, conforme mostram as Figuras 18 e 19, tendo recebido avaliações cujas notas dos dois grupos de usuários, em sua maioria, variaram entre 4 e 5.

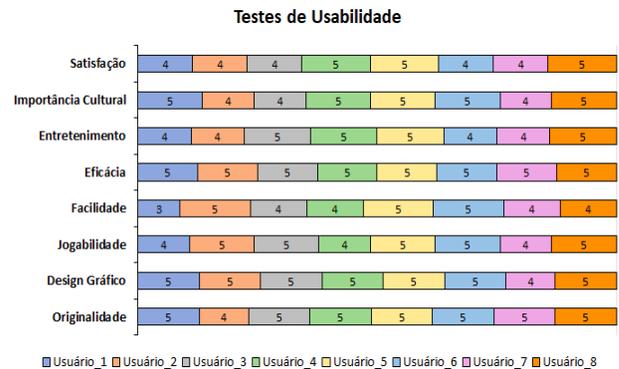


Figura 18: Testes de Usabilidade com o 1o grupo de usuários.

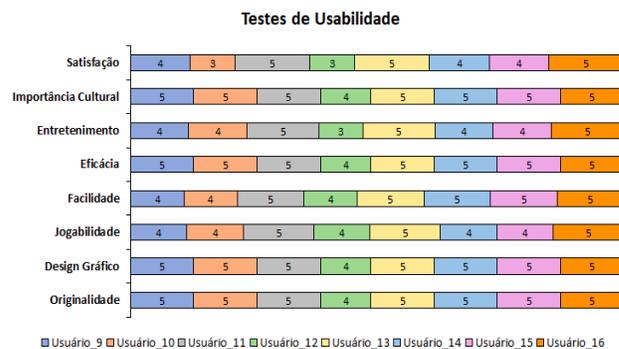


Figura 19: Testes de Usabilidade com o 2o grupo de usuários.

Para melhorar vários aspectos do Tangram de Cordel, os participantes sugeriram que em versões futuras fosse possível permitir construções alternativas de *puzzles* diferentes para os Tangrams, customizações dos efeitos sonoros e trilha sonora, declamações do cordel enquanto o jogo estivesse acontecendo, uma melhor distribuição da arte do jogo (em termos espaciais e cor) e mais animações, um controle mais intuitivo para o deslocamento das peças do Tangram.

Finalmente, um vídeo ilustrativo da parte final do jogo, na qual o cordel é declamado, de forma sincronizada com as animações dos *puzzles* de Tangram, está temporariamente disponível em [23].

7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho, foi apresentado Tangram de Cordel, um jogo sério composto por palavras-chave de cordéis, as quais representam figuras (objetos, animais, símbolos e pessoas) e são disponibilizadas para que 7 peças geométricas coloridas possam ser encaixadas em um *puzzle*, de tal forma a compor corretamente

estas imagens. Diferentes cordéis, desafios e níveis de dificuldade foram apresentados com sucesso, possibilitando a resolução de problemas e o exercício da criatividade, de forma divertida, estimulando o estudo da geometria e a visão espacial, através da prática de movimentos de deslocamento de peças e rotação.

Além de propiciar e incentivar o desenvolvimento da criatividade em exercícios práticos de visualização das relações espaciais entre o mesmo conjunto de peças do jogo ao construir diferentes personagens, *puzzles* de Tangram também podem ser usados no cálculo de medidas de áreas de figuras sem o uso de fórmulas, uma possibilidade alternativa de extensão deste trabalho, também divertida e intuitiva de ensinar geometria, por exemplo, para crianças. Testes com um número maior de participantes de diferentes faixas etárias e perfis também estão previstos, visando uma maior base de estudo para a implementação de melhorias e customização para diferentes realidades culturais.

REFERÊNCIAS

- [1] P. C. de Araújo. *A Cultura dos Cordéis: território (s) de tessituras de saberes*. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2007. Tese de Doutorado.
- [2] C. M. Tenório, C. G. Barbosa and R. A. de Assis. Literatura de cordel como fonte de informação. *Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia*, 7(2), 2013.
- [3] C. Almeida, L. Massarani, I. C. Moreira. Representações da ciência e da tecnologia na literatura de cordel. *Bakhtiniana*, São Paulo, 11 (3): 6-28, 2016.
- [4] Z. Qu, C. Yu, Y. Shi, J. Huang, L. Tian, and Y. Shi. TangramTheatre: presenting children's creation on multimodal tabletops. In *CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 2077–2082. ACM, 2014.
- [5] H. Kelly, K. Howell, E. Glinert, L. Holding, C. Swain, A. Burrowbridge, and M. Roper. How to build serious games. *Communications of the ACM*, 50(7):44–49, 2007.
- [6] L. de Macedo, A. L. Petty, G. E. de Carvalho and M. T. C. C. de Souza. Intervenção com jogos: estudo sobre o tangram. *Psicologia Escolar e Educacional*, 19(1), 2015.
- [7] S. Krieglner. The Tangram: It's More than an Ancient Puzzle. *Arithmetic Teacher*, 38(9) 38-43. 1991.
- [8] J. Lee, J. O. Lee and D. Collins. Enhancing children's spatial sense using tangrams. *Childhood Education*, 86(2):92-94. 2009.
- [9] K. Malisova, K. Mania, S. Moysiadou, and E. Kourkoutas. Tangram quests: A tablet adventure game assisting children with high functioning autism to enhance their communicative and social skills. In *Proceedings of the 7th EDULEARN, International Conference on Education and New Learning Technologies*, pages 481–487. IATED, 6-8 July, 2015.
- [10] L. Chiu-Pin, Y.-J. Shao, W. Lung-Hsiang, L. Yin-Jen, and J. Niramitrannon. The impact of using synchronous collaborative virtual tangram in children's geometric. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(2), 2011.
- [11] L. Scarlatos. An application of tangible interfaces in collaborative learning environments. In *ACM SIGGRAPH 2002 Conference Abstracts and Applications*, pages 125–126. ACM, 2002.
- [12] Tangram Channel. Disponível em: <https://www.tangram-channel.com>. Último acesso em: 26/07/2017.
- [13] Tangram ABCya!. Disponível em: <http://www.abcya.com/tangrams.htm>. Último acesso em: 26/07/2017.
- [14] Kids Tangram. Disponível em: <http://www.4j.com/Kids-Tangram>. Último acesso em: 26/07/2017.
- [15] J. C. Silva. *Literatura de Cordel: Um fazer popular a caminho da sala de aula*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal da Paraíba, 2007.
- [16] R. F. Chagas and A. O. Lopes. A tutorial on compensation tables. *Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação*. XV Congresso de Ciências da Comunicação na Região Nordeste, 2008.
- [17] Unity Technologies. *Unity - Game Engine*. Disponível em: <https://unity3d.com/pt/>. Último acesso em: 04/05/2017.
- [18] D. Crockford. *Introducing json*. Disponível em: json.org, 2009.
- [19] Porter. *Unity: Now You're Thinking With Components*. Disponível em: <https://gamedevelopment.tutsplus.com/articles/unity-now-youre-thinking-with-components--gamedev-12492>. Último acesso em: 04/05/2017.
- [20] Audio Library. *Sound effects and free Music for your Project*. Disponível em: <https://www.youtube.com/audiolibary/music?feature=blog>. Último acesso em: 26/07/2017.
- [21] J. Nielsen. *Usability engineering*. Academic Press. New York, 1993.
- [22] S. M. da Silva, Severino. *A Greve dos Bichos*. Disponível em: <http://www.casaruibarbosa.gov.br/cordel/SeverinoMilanes/severinoMilanes.html>. Último acesso em: 25/07/2017.
- [23] M. A. F. Rodrigues, Yvens R. Serpa, D. V. Macedo, A. Plínio F. Bastos, Vídeo Tangram de Cordel. Disponível em: <https://youtu.be/McVo16e6SJK>. Último acesso em 17/09/2017.