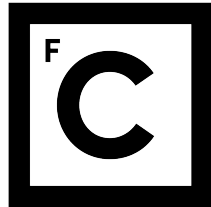


UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA



Ciências
ULisboa

**Técnicas de Visualização para Melhorar o Desempenho
em Jogos Online**

Nuno Narciso Carreiro

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA
Especialização em Engenharia de Software

Dissertação orientada por:
Professora Doutora Ana Paula Pereira Afonso,
Professora Doutora Maria Beatriz Duarte Pereira do Carmo

2016

Agradecimentos

Quero agradecer aos meus pais e avó por todo o carinho, apoio e motivação que me deram ao longo desta jornada. Obrigado por tudo o que fizeram para tornar esta dissertação possível, mesmo estando tão longe de casa.

Agradeço à Professora Ana Paula Afonso e à Professora Maria Beatriz do Carmo pela orientação, disponibilidade e sugestões para a concretização desta dissertação. Quero também agradecer ao Mestre Tiago Gonçalves por toda a paciência, apoio, e dedicação a elevar a qualidade deste projeto.

A todos os voluntários que participaram no questionário e testes de usabilidade por partilharem o seu conhecimento do jogo *League of Legends*. Todos os comentários foram fundamentais para a conclusão desta dissertação.

Quero agradecer ao meu grande amigo André por todo o seu apoio, boa disposição e camaradagem. Consegui sempre encontrar novas forças para este trabalho com os bons momentos que passamos.

Não menos importantes, quero agradecer à Joana, à Ana Rita, ao meu primo Ruben e à outra Joana pela vossa amizade, companhia e alegria que tanto me trouxeram.

Em especial, quero agradecer a uma pessoa única que esteve sempre ao meu lado, nos bons e nos maus momentos, e que é uma fonte de felicidade na minha vida. Obrigado Ana por acreditares em mim.

Quero finalmente agradecer aos meus restantes amigos e família que estão na ilha por estarem sempre dispostos a receberem-me de braços abertos.

Agradeço a todos pela inspiração que me deram.

Resumo

Nos últimos anos, os videogames *online*, e em particular o género MOBA (*Multi-player Online Battle Arena*), tornaram-se numa das principais fontes de entretenimento tanto para os utilizadores ativos (jogadores) como para os passivos (espectadores).

Tal como nos desportos do *mundo real*, a informação relativa à posição dos jogadores e os seus percursos para atingir certos objetivos ou eventos que acontecem durante um jogo, são de extrema importância, pelo que a compreensão destes dados pode trazer vantagens para os jogadores e analistas.

Nos videogames, a recolha de informação de uma dada sessão é cada vez mais fácil e comum. Isto tem permitido uma recolha de grandes volumes de dados diariamente, incluindo dados espaço-temporais relacionados com o jogo, como as trajetórias de eventos/ações. Para perceber estes dados, é fundamental explorar os mecanismos de análise dos dados espaço-temporais.

Estudos anteriores argumentam que, apesar de existirem muitas técnicas de visualização diferentes para aplicar em dados espaço-temporais, a indústria de videogames faz ainda pouco uso destas representações. Contudo, nos últimos anos, as equipas de desenvolvimento dos jogos têm vindo a aplicar algumas destas técnicas de visualização, demonstrando que existe interesse pelas mesmas.

O principal objetivo desta dissertação consiste em aproveitar a disponibilidade e popularidade dos dados gerados pelos jogadores num ambiente virtual, de modo a estudar os diferentes tipos de técnicas de visualização e interação com dados espaço-temporais.

Desenvolveu-se o protótipo VisLoL para a visualização das trajetórias dos jogadores e dos eventos que ocorrem numa partida do jogo *League of Legends*, utilizando técnicas baseadas em mapas, como os mapas estáticos 2D e o cubo espaço-temporal 3D.

Efetuiu-se um estudo de usabilidade para comparar a interação e tipos de métricas/estratégias utilizados pelos jogadores ao usar o VisLoL e uma ferramenta comum para monitorizar o desempenho dos jogadores. Os resultados apoiam a adequabilidade de usar técnicas de visualização baseadas em mapas para transmitir a informação aos jogadores, assim como, o seu interesse em visualizar os seus dados. O estudo também aponta para um possível efeito de influência dos jogadores ao analisar os seus próprios dados.

Palavras-chave: interação pessoa-máquina, visualização geográfica, cubo espaço-temporal, MOBA, estudo de usabilidade

Abstract

In recent years, online video games, particularly, the MOBA (Multiplayer Online Battle Arena) genre, have become one of the main sources of entertainment for both active (players) and passive (spectators) users.

Just like in real-world sports, information regarding the players position and their paths to reach certain goals, or even types of events that happened during the game, are of extreme importance and the comprehension of this data can be advantageous for both players and analysts.

In video games, the collection of information from a given session is easy and common, thus generating large volumes of data daily, including spatio-temporal data related to the game, such as trajectories of events/actions. To understand this data, it is fundamental to explore analysis mechanisms from spatio-temporal data.

Previous research reveals that, although, there are many different techniques in visualization that are possible to apply for spatio-temporal data, the video game industry barely uses most of these representations. However, in recent years, developers have started to use some of these techniques, which shows that there is an interest in applying visualization techniques in video games.

The main goal of this work is to take advantage of the availability and popularity of the data that is generated from players in a virtual environment, so it is possible to study the different types of visualization and interaction for spatio-temporal data.

We developed the VisLoL prototype for the visualization of player's trajectories and in-game events, during a match in the game League of Legends, using map-based techniques like 2D static maps and space-time 3D cubes.

We also present a user study comparing the interaction and types of metrics/strategies used by players when using VisLoL and a common tool for monitoring player performance. The results support the adequacy of using common spatio-temporal map-based visualization techniques to convey information to players, as well as their interest towards the visualization of this data. Moreover, they also point out towards a possible biased effect from the players when analyzing their own data.

Keywords: human-computer interaction, geographic visualization, space-time cube, MOBA, user study

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Motivação	2
1.2	Objetivos	3
1.3	Contribuições	3
1.4	Estrutura do documento	4
2	Trabalho relacionado	7
2.1	Técnicas de visualização de dados espaciais e temporais	8
2.2	Análise de dados em desportos	10
2.3	Análise de dados em jogos	13
2.3.1	Telemetria em vídeo jogos	13
2.3.2	Componentes de dados espaço-temporais	14
2.4	Visualização de dados em jogos	14
2.4.1	Classificação de visualizações	15
2.4.2	Mapas temáticos para a visualização de informação espaço-temporal	20
2.5	Discussão	23
3	VisLoL	25
3.1	Dados do <i>League of Legends</i>	25
3.2	Análise do VisLoL	25
3.2.1	Questionário	26
3.2.2	Resultados do questionário	26
3.2.3	Requisitos do protótipo VisLoL	30
3.3	Desenho e construção do VisLoL	30
3.3.1	Desenho do protótipo VisLoL	31
3.3.2	Ferramenta de pedido de dados	31
3.3.3	Funcionalidades do VisLoL	32
3.4	Sumário	36
4	Estudo de usabilidade	37
4.1	Design experimental	38

4.2	Resultados	40
4.2.1	Tempos de finalização da tarefa	40
4.2.2	Rácio do tempo com a interação dos componentes	42
4.2.3	Rácio do tempo de interação no modo de mapa	42
4.2.4	Coerência das classificações	43
4.2.5	Coerência das decisões	43
4.3	Discussão dos Resultados	44
5	Conclusão e Trabalho Futuro	49
A	Questionário	51
	Bibliografia	56

Lista de Figuras

1.1	Mapa do jogo <i>League of Legends</i>	3
2.1	Exemplo de um mapa estático	9
2.2	Exemplo de um cubo espaço-temporal	9
2.3	Prozone integrado no <i>Football Manager</i>	11
2.4	Exemplo de visualização numa partida de futebol	12
2.5	Exemplo de um <i>heatmap</i> num jogo da NBA	12
2.6	Exemplo de barra de vida	16
2.7	Exemplo de árvore de talentos	16
2.8	Exemplo de uma visualização em perspetiva	18
2.9	Exemplo de um mapa de cloropletas	18
2.10	Modo espectador do LoL	20
2.11	Exemplo de um mapa com anotações	20
2.12	Exemplo de um <i>heatmap</i>	21
2.13	Exemplo de uma análise <i>overlay</i>	22
2.14	Exemplo de <i>gridmaps</i>	22
2.15	Exemplo de um mapa animado	23
3.1	Resultados do questionário: frequência	27
3.2	Resultados do questionário: <i>wards</i>	27
3.3	Resultados do questionário: Papeis	28
3.4	Resultados do questionário: Sites	29
3.5	Resultados do questionário: <i>Replays</i>	29
3.6	Screenshot da ferramenta de pedido de dados.	31
3.7	Protótipo VisLoL	32
3.8	Técnica de visualização do mapa usada no protótipo	33
3.9	<i>Timeline</i> dos eventos.	34
3.10	Exemplo da <i>timeline</i> sobre um atributo temático (Gold).	34
3.11	<i>Heatmap</i> do protótipo VisLoL.	35
4.1	Tempo médio para a finalização da tarefa de <i>identificação</i>	40
4.2	Tempo médio para a finalização da tarefa de <i>associação</i>	41
4.3	Tempo médio para a finalização da tarefa de <i>comparação</i>	41

4.4	Média do rácio do tempo de interação dos participantes - Mapa e <i>timeline</i>	42
4.5	Média do rácio do tempo de interação dos participantes - Mapa 2D e 3D STC	43
4.6	Distribuição dos participantes nas classificações na tarefa de <i>associação</i> .	44
4.7	Distribuição dos participantes nas classificações na tarefa de <i>comparação</i>	45
4.8	Distribuição da coerência na tarefa de <i>comparação</i>	46

Lista de Tabelas

2.1	Resumo das técnicas de visualização	24
-----	---	----

Capítulo 1

Introdução

Nos últimos anos, os videojogos competitivos *online* têm vindo a tornar-se uma das principais fontes de entretenimento tanto para os utilizadores ativos (jogadores) como para os passivos (espectadores). Particularmente, o género MOBA (*Multiplayer Online Battle Arena*) é uma das categorias mais populares, tendo registado uma maior participação tanto dos jogadores como espectadores de eventos [18, 29], sendo um dos casos mais notáveis o jogo *League of Legends*.

Tal como nos desportos do *mundo real*, a informação espaço-temporal associada a estes contextos é extremamente importante e, conseqüentemente, a compreensão e análise destes dados pode beneficiar significativamente vários grupos, como os jogadores, os espectadores, as equipas de desenvolvimento de jogos e os analistas [14, 38].

O aumento da complexidade associada aos videojogos tem sido acompanhado por várias melhorias técnicas que, por sua vez, tornaram a recolha de informação de partidas de um jogo uma tarefa muito mais simples, comum e segura [45].

Atualmente, grandes volumes de dados são recolhidos diariamente, incluindo dados espaço-temporais relacionados com os jogos, tais como as trajetórias, eventos e ações onde os jogadores estiveram envolvidos. Contudo, de maneira a extrair corretamente a informação relevante destes conjuntos de dados volumosos, é fundamental explorar mecanismos de visualização e de interação adequados.

A informação capturada relativamente ao movimento dos jogadores num ambiente virtual, não é muito diferente da que é obtida através da análise do deslocamento de pessoas no *mundo real* [48], em carros ou barcos [39], que já têm sido alvo de diversos estudos [3] e cujos resultados devem ser também tidos em consideração.

Em particular, estudos anteriores abordaram o problema de visualizar a informação espaço-temporal recorrendo a diversas técnicas baseadas em mapas, como mapas estáticos 2D, ou cubos espaço-temporais em 3D [3, 22, 24, 27]. No entanto, a escolha de uma técnica de visualização adequada continua a ser um desafio em aberto e, por vezes, controverso, dado que os resultados de estudos anteriores sugerem a *adequabilidade* de diferentes técnicas para diferentes tipos de tarefas de visualização [20].

Nos dias de hoje, estas questões são particularmente importantes/relevantes devido ao crescente interesse por parte de utilizadores não experientes em visualizar informação complexa. Além disso, é crucial reconhecer que estes utilizadores são geralmente inexperientes na análise e visualização de dados e que, embora a informação apresentada possa não ser necessariamente relacionada com os interesses ou actividades profissionais do utilizador, pode ainda assim ser relevante para o mesmo num contexto pessoal. [43]. Este facto é particularmente pertinente pois sugere que qualquer utilizador, independentemente da sua experiência, pode ser colocado no papel de um *analista espaço-temporal* [2] e, conseqüentemente, é um potencial utilizador de técnicas para a visualização de dados espaço-temporais (ainda que, possivelmente, em cenários menos complexos). No contexto dos videojogos, esta situação é muito mais comum, pois as equipas de desenvolvimento de jogos e vários grupos independentes estão interessados em fornecer ferramentas (por exemplo, [op.gg](http://euw.op.gg/)¹) que permitam a qualquer tipo de jogador avaliar e melhorar o seu desempenho nas partidas [14].

1.1 Motivação

O género MOBA requer grande coordenação e comunicação por parte da equipa para alcançar a vitória, pelo que questões relacionadas com o posicionamento dos jogadores ao longo do tempo de jogo são de extrema importância (por exemplo *Que caminho o jogador tomou para chegar a um determinado objetivo?; Quanto tempo o jogador levou a obter uma determinada quantidade de recursos?; Qual a melhor posição para evitar um possível ataque surpresa do inimigo?*).

O *League of Legends* (LoL) é um jogo que apresenta as características típicas encontradas no género MOBA. Duas equipas, cada uma com cinco jogadores, enfrentam-se num mapa relativamente simétrico (Figura 1.1). O objetivo do jogo consiste em destruir a base da equipa adversária, situada no lado oposto do mapa. O cenário do jogo é composto por três caminhos principais que ligam as duas extremidades do mapa, denominados *lanes* (*Top*, *Mid* e *Bot lanes*) e vias secundárias que interligam estes três percursos, chamadas de *jungle*. Tipicamente, cada personagem do jogo tem características que lhe permitem, em teoria, ser mais eficaz numa determinada *lane*, comparada com as outras. Deste modo, a cada jogador é, geralmente, atribuída uma função, associada quer ao personagem escolhido e, mais importante, à localização do mapa escolhida. Durante a partida, entre outras ações, os jogadores podem matar elementos da equipa adversária ou NPCs (*non-playable characters*), ganhar pontos de experiência ou recursos (*gold*), ou colocar itens no mapa do jogo (*wards*) que alertam a equipa relativamente ao movimento de adversários na área próxima ao *ward*.

Devido à complexidade do jogo, a compreensão destes dados poderá revelar infor-

¹<http://euw.op.gg/>



Figura 1.1: Mapa do jogo *League of Legends*: A) *Top lane*; B) *Mid lane*; C) *Bot lane*; D) Uma parte da *jungle*; E) Base aliada; F) Base inimiga.

mação fundamental que pode auxiliar quer o jogador individualmente, quer a equipa a perceber melhor uma determinada partida, assim como investigadores e equipas de desenvolvimento de jogos, com o estudo de possíveis técnicas de visualização de dados espaço-temporais e análise do jogo, respetivamente. Por este motivo, é fundamental estudar e analisar técnicas para a visualização e análise deste tipo de dados.

1.2 Objetivos

Este projeto tem como objetivo aproveitar a crescente popularidade e disponibilidade de dados, gerados por jogadores em ambientes virtuais, de modo a estudar diferentes tipos de técnicas de visualização e interação para dados espaço-temporais. Mais especificamente, explorar a adequabilidade e efeitos da utilização de técnicas de visualização, como os mapas estáticos em 2D e o cubo espaço-temporal em 3D, para visualizar os dados espaço-temporais no contexto do jogo *League of Legends*. Pretende-se compreender como os jogadores *normais* (isto é, inexperientes na análise e visualização de dados) analisam os seus dados conforme o tipo de visualização que utilizam e perceber a importância que estes dão à informação espaço-temporal. Adicionalmente, planeia-se identificar as consequências de fornecer dados espaço-temporais aos utilizadores e estudar os possíveis efeitos de um jogador conhecer ou não os dados que está a analisar.

1.3 Contribuições

Esta dissertação teve as seguintes contribuições:

- A análise e discussão de técnicas de visualização aplicadas a diferentes videojogos e como estas afetaram o desenvolvimento dos jogos ou a que conclusões os investigadores chegaram ao estudar diferentes tipos de jogadores (casuais contra profissionais).
- Um questionário para estudar o comportamento no jogo dos utilizadores e perceber a informação fundamental a representar em uma técnica de visualização sobre o *League of Legends*.
- Um protótipo, denominado VisLoL, que aplica as técnicas de visualização de mapas mais comuns, para apresentar os dados de uma partida de LoL aos jogadores e observar como estes interagem com os dados espaço-temporais.
- Um teste de usabilidade para os jogadores de LoL, não só para verificar a interação dos utilizadores com o protótipo mas, também, para comparar a maneira como os jogadores lidam com diferentes ferramentas de visualização dos dados dos jogos, neste caso, a outra ferramenta utilizada para o teste foi a página web oficial do jogo LoL, desenvolvida pelos próprios criadores *Riot Games*.
- Artigo sobre o trabalho desenvolvido para uma revista científica internacional - *Information Visualization Journal (SAGE)* (artigo submetido, aguardando revisão): Tiago Gonçalves, Paulo Pombinho, Nuno Carreiro, Ana Paula Afonso, Maria Beatriz Carmo. *Visualization of Spatial-temporal Trajectories in League of Legends*

1.4 Estrutura do documento

O documento está organizado nos seguintes capítulos:

Capítulo 1: Introdução

Este capítulo descreve a motivação, os objetivos, contribuições deste projeto, assim como a estrutura do documento.

Capítulo 2: Trabalho relacionado

Neste capítulo, são apresentados os principais trabalhos relacionados com a temática deste projeto. Em particular, são apresentados algumas técnicas de visualização de informação, análise de dados de desportos, e análise e visualização de dados em videojogos.

O capítulo termina com uma discussão crítica sobre as técnicas de maior relevância para este projeto.

Capítulo 3: VisLoL

É descrito o processo para a concretização do protótipo do VisLoL. Aborda-se o questionário elaborado para compreender os aspetos mais importantes do jogo, os princípios do desenho, seguido de uma descrição detalhada do protótipo.

Capítulo 4: Estudo de Usabilidade

É apresentado o teste de usabilidade feito para o protótipo VisLoL, os resultados obtidos e a discussão do estudo.

Capítulo 5: Conclusão e Trabalho futuro

Nesta última secção, são dispostas as principais contribuições do trabalho desenvolvido e discute-se o possível trabalho futuro a ser realizado.

Capítulo 2

Trabalho relacionado

As técnicas de visualização têm vindo a ser alvo de estudo no contexto de jogos *online*, seja para melhorar a forma como a informação é transmitida aos jogadores ou para analisar os possíveis padrões de comportamento dos mesmos. Recentemente, é cada vez mais comum a utilização destas técnicas por parte de jogadores 'comuns' de modo a adquirirem um maior conhecimento de jogos, quer do ponto de vista teórico, conhecido como *metagame*, quer do ponto de vista prático/técnico.

Como um subconjunto da área de análise de jogos, a análise espacial e análise espaço-temporal permitem avaliar os atributos espaciais e temporais associados com o comportamento dos jogadores [14]. Tipicamente, estes atributos consistem nas coordenadas tridimensionais que representam as coordenadas do utilizador, juntamente com o instante temporal onde os eventos do jogo tiveram lugar.

O tipo de padrões detetados com os dados espaço-temporais dos jogos consistem, geralmente, na identificação de eventos simples como, por exemplo, a utilização de dois caminhos diferentes. Contudo, quando combinado com informação temática (por exemplo, experiência do jogador, pontos de vida, ou dinheiro do jogo), estes dados podem ter um importante papel na análise de padrões mais complexos ou abstractos, tais como a identificação de estratégias do jogador e de como estas afectam a jogabilidade [14].

Os jogos modernos, desde os jogos 2D mais simples, aos mais complexos, em 3D num mundo aberto e, nos *Massively Multiplayer Online* (MMO), utilizam alguma forma de atributos espaciais e, no maior caso destes jogos, estes são um dos aspetos fundamentais para a sua jogabilidade. Isto significa que a visualização e avaliação de atributos espaciais é bastante relevante para a análise de jogos [14]. No entanto, a maioria dos jogos utiliza muitos dados e variáveis, o que leva à necessidade de criação de técnicas de visualização que melhoram a eficiência com que os jogos são analisados [10]. Atualmente, as técnicas usadas na indústria dos videojogos para analisar e visualizar informação espaço-temporal, não cobrem todas as técnicas propostas nas outras áreas [14]. Nas próximas secções serão descritos trabalhos relevantes na área da análise espaço-temporal de jogos. Estas secções estão divididas em três principais categorias, dependentes da área

de estudo, nomeadamente, técnicas de visualização de informação, onde se apresentam os primeiros exemplos de técnicas espaço-temporais, análise de técnicas utilizadas em desportos do *mundo real* e, finalmente os videojogos.

Na Secção 2.1 são apresentadas as principais técnicas de visualização de informação espaço-temporal, na Secção 2.2 abordam-se os métodos de análise nos desportos do mundo real, na Secção 2.3 expõe-se a análise de dados em jogos, na Secção 2.4 apresenta-se algumas técnicas de visualização aplicadas nos jogos e finalmente na Secção 2.5 discute-se as técnicas de visualização com mais potencial para o desenvolvimento do protótipo.

2.1 Técnicas de visualização de dados espaciais e temporais

A informação capturada pelo movimento dos jogadores num ambiente virtual não é muito diferente da informação obtida pelo movimento de pessoas [48], carros ou barcos [39]. A análise de trajetórias de jogadores pode ser usada para estudar o comportamento de certos grupos de jogadores e das suas estratégias. Por esta razão, é importante ter em consideração os resultados de estudos anteriores na área de visualização em sistemas de informação geográficos (*GIS - Geographical Information System*), quando abordamos o tópico de visualização de informação espaço-temporal de jogos.

Uma trajetória consiste na evolução das propriedades espaciais de um objeto em movimento ao longo do tempo [13]. O principal objetivo de analisar dados de uma trajetória é o de identificar e compreender padrões de movimento de uma população ao longo de um período de tempo [5]. Estes padrões podem revelar comportamentos de trajetória, isto é, um conjunto de características que identificam uma peculiaridade de um ou mais objetos em movimento [33].

Bertin [6] definiu um sistema gráfico de marcas e variáveis visuais como base de visualização para a representação de diferentes itens de dados. Em geral, quatro tipos de marcas foram identificadas: o ponto, a linha, marcas de área e o volume (para visualizações em três dimensões). As variáveis visuais estão associadas aos elementos gráficos da visualização como a cor, tamanho e/ou transparência das marcas visuais para diferenciar o tipo de informação presente nos conjuntos de dados.

Andrienko *et al.* [2] argumenta que, apesar das visualizações geográficas tradicionais lidarem com componentes espaciais, é crucial adicionar o componente temporal, visto que o espaço e tempo são inseparáveis. As abordagens descritas para representar o tempo e o espaço simultaneamente variam desde o uso de mapas estáticos com pequenas quantidades de informação apresentadas (Figura 2.1) [4, 16, 44], mapas animados [25] e o cubo espaço-temporal interativo (*STC - Spatial Temporal Cube*) em 3D [24] (Figura 2.2).

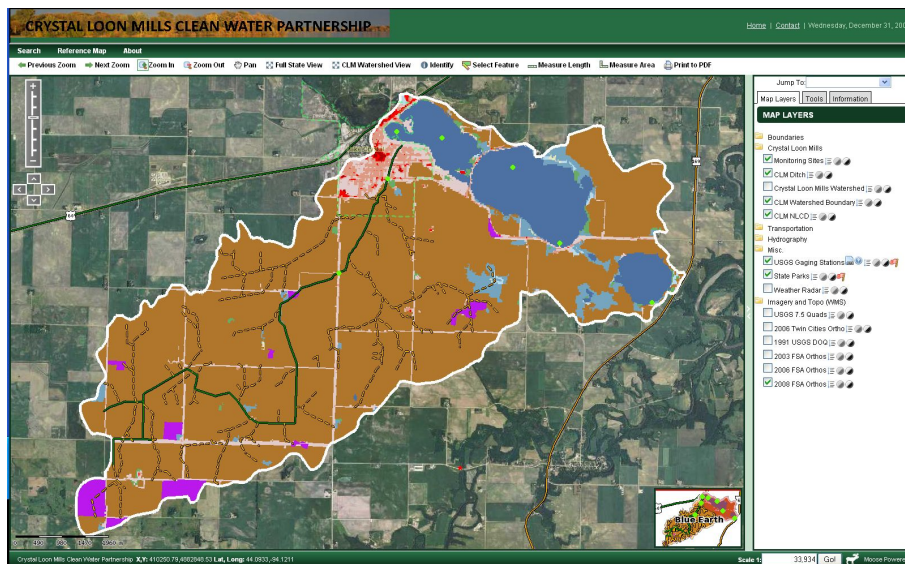


Figura 2.1: Exemplo de um mapa estático¹.

Os mapas estáticos são uma das visualizações mais conhecidas e utilizadas nos sistemas GIS para a representação de qualquer tipo de informação georeferenciada e, por generalização, de dados de trajetórias. Uma das abordagens mais simples para a representação da evolução das trajetórias consiste no uso de linhas e/ou pontos sobre uma área geográfica, onde cada ponto simboliza um local visitado e os eventos espaciais (por exemplo, acidentes de carros, eventos de desporto) podem ser representados com conjuntos de itens de diferentes formas. Apesar da simplicidade destes mapas, é possível gerar visualizações mais avançadas para os casos em que o volume dos dados é grande e/ou os dados são mais complexos, ou para casos em que se sabe que os utilizadores têm mais experiência em visualizar e analisar dados [22].

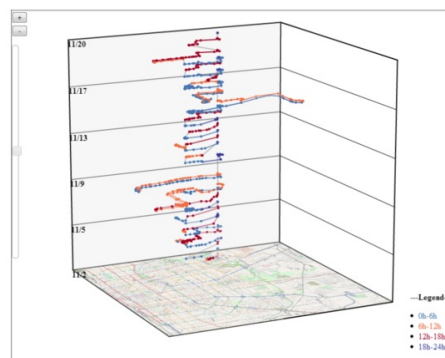


Figura 2.2: Exemplo de um cubo espaço-temporal [20].

Os mapas animados consistem na representação automática de um conjunto de imagens singulares do mesmo mapa, numa sequência, permitindo ao utilizador perceber as mudanças que ocorrem no mapa [20]. As animações podem ser só espaciais (i.e., sem a

¹<http://mrbdc.mnsu.edu/interactive-maps>

componente temporal), se o tempo não mudar e a animação for usada para mostrar alterações de um fenómeno dinâmico (por exemplo, uma mudança na perspectiva do mapa). Ou então relacionadas com a dimensão temporal, descrevendo variações no mapa por ordem cronológica [25]. Este tipo de técnicas de visualização tem a vantagem de conseguir revelar padrões espaço-temporais que poderiam estar escondidos em visualizações estáticas [31]. Nos jogos, esta técnica é usada para representar informação relativa, por exemplo, à posição do inimigo, ou de um objetivo que se move ao longo do tempo [9, 18]. As animações do mapa podem ser utilizadas para observar um *replay* de um jogo, permitindo visualizar o progresso do jogador [8, 17].

O STC proposto por Hägerstrand [24] e expandido por outros investigadores (Amini *et al.* [1], Demšar and Virrantaus [12], Gonçalves [20]), utiliza as três dimensões para representar o espaço (tipicamente o eixo x e y do cubo) e o tempo (eixo z). Esta técnica tem a vantagem de apresentar uma mudança contínua no tempo e no espaço, melhorando a perceção dos movimentos, mesmo com alterações abruptas e não esperadas [12]. Este tipo de visualização permite a integração de atributos visuais, aumentando a quantidade de atributos temáticos (i.e., informação sem uma componente espaço-temporal) que podem ser apresentados simultaneamente [27].

Chung *et al.* [11] descreve e avalia uma ferramenta de visualização de eventos coordenados chamado "*COPLINK Spatio-Temporal Visualizer*" (STV). Este sistema fornece uma visualização para ajudar na análise de dados de incidentes de crimes. A ferramenta integra uma vista de mapa GIS e uma linha de tempo para permitir aos utilizadores visualizar simultaneamente dados espaciais e temporais. Os autores argumentam que a aplicação o desempenho na análise, quando comparado a outros métodos, mais tradicionais, de análise de crimes.

Estes resultados sugerem que a integração simultânea da informação espacial e temporal nas visualizações é importante para melhorar não só a utilidade das visualizações, mas também a sua usabilidade.

Neste trabalho será analisada a adequabilidade das técnicas STC e mapa 2D na representação e análise dos dados no contexto do jogo *League of Legends*.

2.2 Análise de dados em desportos

A análise de jogos pode ser também relacionada com a área da análise de desportos. A investigação neste tema tem vindo a ganhar popularidade dado o crescente interesse demonstrado por parte de atletas profissionais e clubes de desporto. Por exemplo, sistemas como o *Prozone*² têm sido usados para analisar jogos de futebol com diferentes propósitos, desde o olheiro a tentar identificar potenciais transferências, treinadores a estudarem equipas adversárias, ou os *media*, para discutir partidas específicas. Alguns tipos de visu-

²<http://prozonesports.stats.com/>

alizações são, em alguns casos, até integrados num jogo de simulação de desporto como o Prozone no *Football Manager 2016* (Figura 2.3) [26].

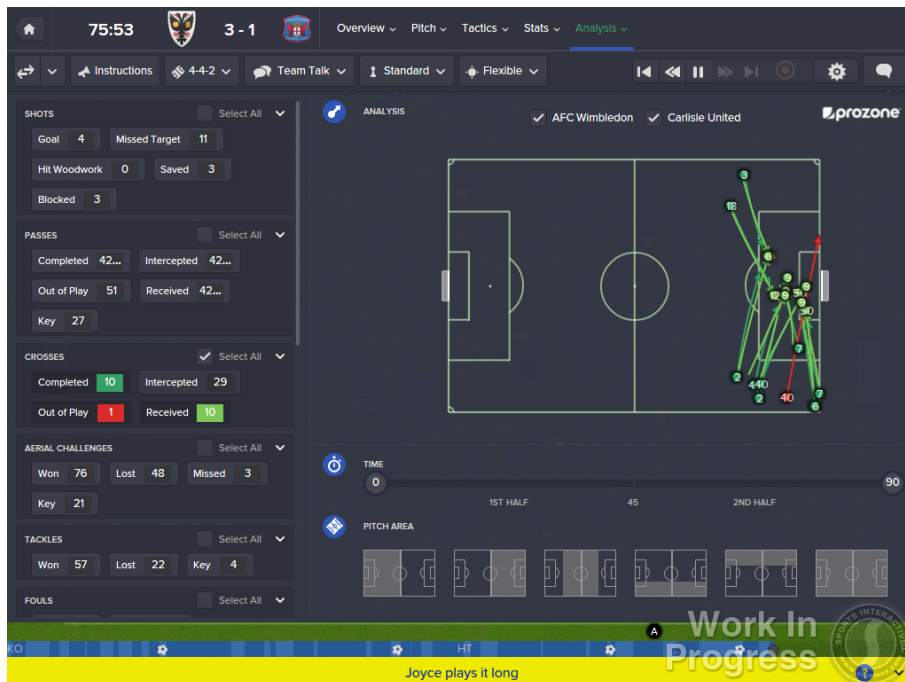


Figura 2.3: Sistema *Prozone* integrado com o jogo *Football Manager* ³.

Apesar destes sistemas geralmente utilizarem técnicas de visualização já usadas na área dos videojogos, como é o caso do jogo *Football Manager*, a investigação na análise do desporto foca-se principalmente na visão computacional e em algoritmos de processamento de imagens que são utilizados para obter as localizações e os atributos espaciais dos jogadores e/ou da bola no campo do jogo [23].

Os tipos de desportos com ferramentas desenvolvidas para apoiar a análise de jogo, diferem consoante o número de jogadores, desde jogos com dois jogadores, como o ténis [38], a jogos de equipa, como o basquetebol [35] ou o futebol [23]. Da mesma forma, existem diferentes tipos de técnicas de visualização que são frequentemente aplicadas nestas ferramentas. Uma das visualizações mais comuns é a da trajetória, dos jogadores ou da bola. Estas trajetórias são geralmente representadas utilizando linhas e podem ser associadas a símbolos, permitindo a identificação dos jogadores. Conseguem também representar informação adicional através de alterações na cor e espessura das linhas e dos símbolos, como por exemplo, a velocidade ou aceleração (Figura 2.4) [30, 34, 35, 43, 46].

³<http://www.footballmanager.com/content/prozone-match-analysis-0>

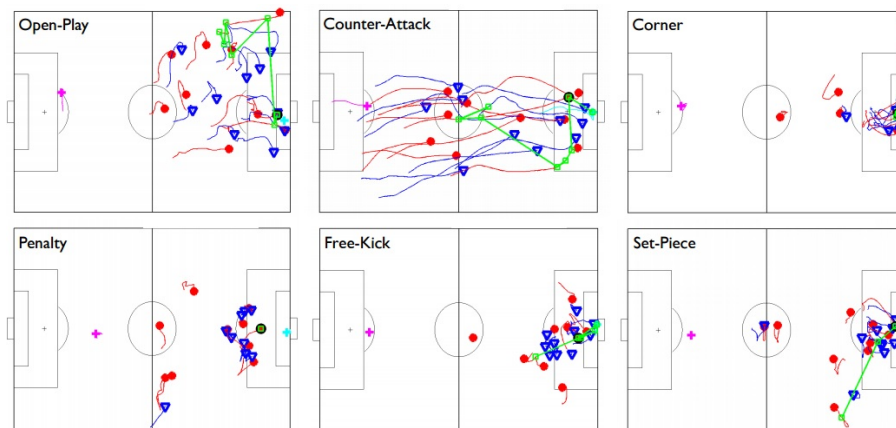


Figura 2.4: Exemplo de uma visualização de trajetórias de jogadores numa partida de futebol [30].

O *heatmap* é outra técnica de visualização, tipicamente utilizada para representar a frequência de ocorrência de um certo tipo de evento espacial. A cor nos *heatmaps* podem, de uma forma intuitiva, transmitir a noção de quais as áreas que são mais usadas ou em que um determinado evento ocorreu com maior frequência. Os exemplos de informação aplicados neste tipo de visualizações incluem os espaços dos campos mais ocupados pelos jogadores ou zonas frequentes de passagem (Figura 2.5) [19, 37, 38].

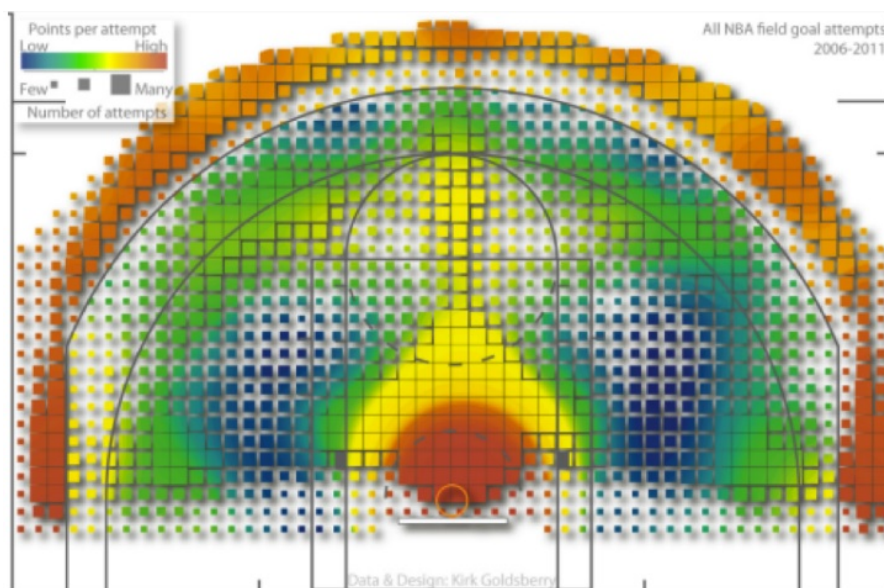


Figura 2.5: Exemplo de um heatmap gerado a partir de várias partidas de jogos de basquetebol da NBA [19].

A técnica de *clustering* também pode ser usada para agrupar trajetórias ou eventos semelhantes e frequentes e mostrá-los como um só. Esta técnica diminui a densidade de trajetórias apresentadas que, geralmente, geram confusão na visualização, e facilita a identificação dos eventos mais significativos para a análise do desporto. Por exemplo, identificar movimentos simultâneos comuns executados por diferentes atletas [7, 23, 42].

Adicionalmente às representações 2D ou 3D do campo do jogo, alguns sistemas acrescentam linhas de tempo para apresentar os eventos ao longo da duração da partida. Este tipo de representação pode ser especialmente importante ao analisar dados de vários jogadores ou eventos, pois permite a identificação de padrões simples como, por exemplo, mudanças na velocidade ao longo da partida [39, 41]. Tal como referido na Secção 2.1, estes fatores realçam a importância na representação da informação temporal na análise de desportos para os utilizadores.

Finalmente, algumas destas ferramentas dispõem de representações tri-dimensionais para o campo de jogo, oferecendo um maior nível de detalhe ao analisar, por exemplo, as trajetórias das bolas, ou ao incluir informação sobre a altura. Algo que não seria possível de visualizar com um sistema de coordenadas bi-dimensional [38].

Dada a natureza do projeto, será explorado a componente temporal através da técnica de visualização STC e linhas de tempo para representar os eventos de uma partida de um ou mais jogadores do *League of Legends*.

2.3 Análise de dados em jogos

2.3.1 Telemetria em vídeo jogos

Cada vez mais, os videojogos incorporam mecanismos que permitem a recolha de informação de modo a avaliar o desempenho de jogadores, equipas, ou até mesmo comunidades. A este processo dá-se o nome de telemetria [10]. No entanto, a recolha desta informação resulta na criação de um conjunto de dados muito volumoso, logo é necessário melhorar a eficiência com que estes são analisados.

Os dados de telemetria podem representar coordenadas dos eixos x , y e z , relativamente à posição do jogador, assim como, o momento em que ocorre um determinado evento. Nos jogos, os eventos podem indicar, entre outros, a morte de um jogador, um disparo de uma arma, o início de uma missão ou um ataque ao oponente [14].

O objetivo da análise espacial consiste em extrair padrões que são estatisticamente corretos e úteis para o jogador e para a equipa de desenvolvimento dos jogos. Estes padrões podem ser regras simples, como o jogador seguir um caminho, ou chegar a funções matemáticas complexas. Consequentemente, a complexidade do conhecimento extraído dos dados espaciais aumenta, comparativamente com a que é derivada dos dados não-espaciais [14], pois estes últimos tendem a ser unidimensionais e independentes. Os dados não-espaciais, também conhecidos por temáticos, podem representar os atributos de uma personagem, assim como pontos de vida ou itens colecionados, ou atributos referentes ao estado do mundo virtual, como, economia ou pontuação das equipas. Portanto, a informação espaço-temporal e temática ao longo de um jogo têm um papel crítico na análise deste tipo de dados.

2.3.2 Componentes de dados espaço-temporais

É importante delinear corretamente a informação que se vai expor numa técnica de visualização. Peuquet [36] caracterizou os dados espaço-temporais de acordo com três componentes, nomeadamente: o espaço (onde?), o tempo (quando?) e o objeto (o quê?). A combinação destes elementos permite responder a perguntas como: em que local o objeto se encontrava num determinado instante ou o que estava no local num certo instante.

Andrienko *et al.* [5] organizou a análise de tarefas de dados espaço-temporais de acordo com as mudanças que ocorrem ao longo do tempo, mais especificamente: mudanças existenciais, associadas com o aparecimento ou desaparecimento de uma entidade; mudanças das propriedades espaciais como a localização, forma, tamanho, orientação, altitude e volume e mudanças das propriedades temáticas expressas através de uma mudança no valor de um atributo.

Como referido anteriormente, os dados espaço-temporais de um jogador, e em particular as suas trajetórias, num ambiente virtual são, em teoria, semelhantes aos dados relativos ao movimento de cidadãos numa cidade [48], ou mesmo de barcos [39], pelo que podem também ser caracterizados em função dos componentes e mudanças/tarefas descritas por Andrienko *et al.* [5], Peuquet [36].

Alguns exemplos como o *track*, o *flock* e o *leadership*, embora geralmente associados a movimentações no mundo real [13], estão também presentes em jogos. Um *track* descreve um jogador com um movimento constante num certo espaço. Um *flock* expõe um conjunto de jogadores que viajam juntos de maneira a que todos os membros estejam dentro de um certo espaço em qualquer instante de tempo. Finalmente, no *leadership* os jogadores acompanham o movimento de um jogador que esteja na liderança.

Tal como acontece na análise de desporto, os jogos também beneficiam da análise de trajetórias recorrendo à técnica de *clustering*, aplicando a classificação dos dados com base no grau de semelhança e diferença [14]. Os *clusters* podem ser baseados em trajetórias simples ou combinados com dados de eventos. Estes últimos, são úteis porque, geralmente, os jogadores deslocam-se de uma forma específica ou em conjunto para atingir determinado objetivo.

2.4 Visualização de dados em jogos

A aplicação de técnicas de visualização de dados, na área dos jogos, tem revelado que os jogadores tendem a melhorar a sua perícia, tornam-se mais atentos ao estado do jogo e ao estado do mundo virtual, e comunicam as suas experiências aos outros utilizadores [10, 14]. Por outro lado, permite às equipas de desenvolvimento de jogos detetar problemas de balanceamento e desenvolver componentes, baseando-se no comportamento dos utilizadores. Sob outra perspectiva, estas técnicas também podem beneficiar utilizadores 'passivos', já que permitem que espectadores consigam apreciar melhor uma partida ao

ter acesso a visualizações que expõem claramente os dados do jogo [10].

Nos jogos do tipo multi-jogador existe uma grande interação entre os utilizadores, o que proporciona discussões entre os membros da comunidade relativamente a estratégias e a comparações de desempenho entre estes [10]. Um jogo, ao ter uma comunidade de grande escala, incentiva os jogadores a investirem mais tempo neste e motiva os mesmos a criarem visualizações que usem dados de telemetria fornecidos pelas equipas de desenvolvimento de jogos [10].

Apesar das técnicas de visualização aplicadas nos jogos não serem tão complexas como as usadas na área de investigação, a principal vantagem para a comunidade de visualização consiste no impacto e aderência que esta área de estudo atualmente tem. A indústria de videojogos é um mercado de grande escala com muitos utilizadores, o que pode vir a causar uma adoção muito grande na aplicação de visualizações. Assim é importante que a área de investigação de visualização explore estas técnicas aplicadas a esta área de entretenimento [10].

Os jogadores são uma população com uma grande intuição para as visualizações espaciais e não-espaciais [10]. Consequentemente, este factor torna-os excelentes candidatos à exposição de tecnologias de visualização, tipicamente, utilizadas na investigação desta área.

Apesar das representações de visualização nos jogos serem, atualmente, mais simples, isto não impede os investigadores de fazerem progressos na condução de estudos de visualizações relacionadas com jogos. Tendo em conta que, os problemas de visualizações encontrados nestes refletem, muitas vezes, problemas similares no mundo real. Por esta razão existem muitas oportunidades de conduzir novas técnicas de visualização para os dados de jogos que podem ser aplicados em problemas do mundo real [10].

2.4.1 Classificação de visualizações

Nesta secção apresenta-se as classificações de visualizações propostas por Bowman *et al.* [10]. Estes definiram uma *framework* para classificar as técnicas de visualização encontradas nos jogos, baseada em cinco categorias: o propósito primário, a audiência alvo, o uso temporal, a complexidade visual e a imersão/integração. As seguintes subsecções definem cada categoria e respetivos níveis de visualização.

Propósito primário

A dimensão do propósito primário captura o principal objetivo com que a visualização foi criada para o jogo [10] e pode ser classificada em vários níveis: as visualizações de estado, desenhadas para transmitir informação importante ao jogador, um exemplo típico são as barras de vida do jogador que indicam a vida restante do jogador (Figura 2.6). Visualizações de treino, que ajudam o jogador a melhorar a sua perícia, sendo os ficheiros de *replay*, usados em diversos jogos de natureza competitiva (jogador contra jogador),

um exemplo deste tipo de visualização. As visualizações de progresso ajudam os jogadores a tomarem decisões para progredirem no jogo. Um exemplo consiste na utilização de árvores de talentos, presentes em vários jogos onde é possível desenvolver as habilidades de uma personagem (Figura 2.7). Enquanto que estas últimas visualizações estão centradas na perspetiva do jogador, existem também visualizações destinadas às equipas de desenvolvimento de jogos, denominadas visualizações de depuração (*debugging*) e balanceamento do jogo. Este tipo de visualização não está integrada no jogo mas permite à equipa de desenvolvimento detetar erros e equilibrar o desempenho dos jogadores [10].



Figura 2.6: Barra de vida (verde) no jogo *League of Legends*.⁴



Figura 2.7: Árvore de talentos no jogo *League of Legends*.⁵

⁴<http://forums.euw.leagueoflegends.com/board/showthread.php?t=1064659&page=1#post10572252>

Audiência alvo

A segunda categoria da *framework*, a audiência alvo, caracteriza a visualização do jogo em função do utilizador pretendido, baseado em três níveis [10]. O do jogador, cujo propósito é o de otimizar o desempenho do jogador, mas também integrar a visualização com o ambiente do jogo. O segundo consiste no nível da equipa que desenvolve o jogo, que fornece visualizações que ajudam na análise do jogo em termos de dados de telemetria relativamente a *debugging*, equilíbrio do jogo e a testar componentes. Uma ferramenta muito útil é o *Skynet* da *Bioware*⁶ que integra um portal web de análise dos jogos do estúdio [10]. Finalmente, o terceiro nível consiste no observador, resultado do sucesso de sites como o *Twitch*⁷, que permitem visualizar jogadores em directo, e o interesse do *e-sport* a ver campeonatos de jogos multi-jogadores competitivos.

Uso temporal

As primeiras visualizações nos jogos limitavam-se a apresentar a barra de vida do jogador e a pontuação. Contudo, com a evolução da visualização nos jogos, o tempo começou a ser um fator relevante para definir as técnicas de visualização [10].

A dimensão do uso temporal tem os seguintes níveis: a visualização contínua (*continuous*) que actualiza constantemente a informação e fornece informação do estado do jogo. As barras de vida (Figura 2.6) são um exemplo típico da informação do estado de vida do jogador ao longo do tempo [10].

A visualização intermitente (*intermittent*), que não precisa de estar sempre visível no jogo pois são geralmente visualizações grandes e que distraem o jogador. Um exemplo típico é um mapa ou inventário do jogo.

As visualizações de retrospectiva (*retrospective*) em jogos costumam ser usadas fora do jogo para permitir ao jogador estudar o seu desempenho após a conclusão de uma partida. Os teatros de *replays* ou os sumários de *replays* são alguns exemplos que aplicam este tipo de visualização. Finalmente, as visualizações em perspetiva (*perspective*) ajudam o utilizador a fazer previsões do futuro relativamente ao que poderá ocorrer durante uma partida. Um exemplo de uma visualização em perspetiva no jogo *World of Warcraft* surge quando um jogador selecciona uma criatura para atacar e existe um sistema de cor no nome do alvo a indicar a chance de falhar o encontro (Figura 2.8).

⁵<http://www.gameguyz.com/news/game/league-of-legends-beginners-guide.html>

⁶<http://www.gdcvault.com/play/1012227/Development-Telemetry-in-Video-Games>

⁷<http://www.twitch.tv/>

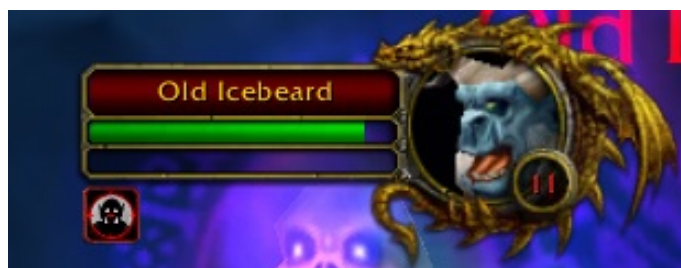


Figura 2.8: Exemplo de uma visualização em perspetiva no jogo World Of Warcraft. O número a vermelho indica que o alvo tem um nível superior à do jogador e as chances de o derrotar são menores.⁸

Complexidade visual

A categoria da complexidade visual captura o nível de sofisticação visual integrado no jogo [10]. Isto permite às equipas de desenvolvimento de jogos definir a dificuldade da interpretação visual que é dada aos jogadores. Permite também analisar o aumento da complexidade das visualizações ao longo dos anos, com a chegada de jogos mais avançados. Esta categoria apresenta os seguintes níveis: o básico (*basic*), que representa visualizações simples, como barras de vida, barras de magia/poder e contadores de munições. Este tipo de visualizações existe desde os primeiros videojogos. O nível intermédio (*intermediate*) é, tipicamente, caracterizado pela utilização de visualizações mais complexas, como mapas. Contudo, estes não se limitam a representarem variáveis comuns como o tamanho, comprimento, cor ou posição, mas incluem também vários gráficos com informação estatística [10]. As visualizações avançadas (*advanced*), contam com o conhecimento visual avançado dos jogadores e usam uma linguagem visual complexa. Os mapas de cloropletas no *SimCity*⁹ e as árvores de talentos do LoL (Figuras 2.9 e 2.7, respetivamente) são alguns exemplos deste nível de visualização.

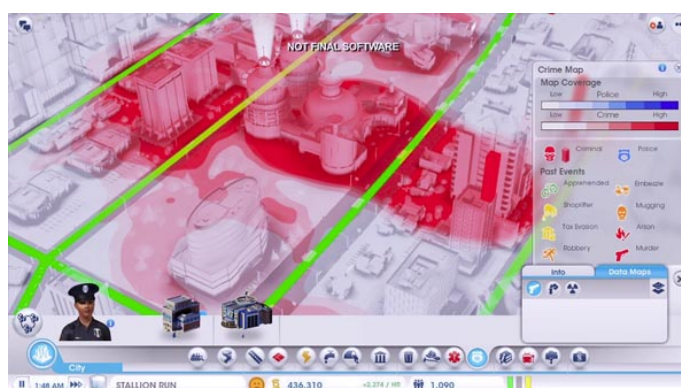


Figura 2.9: Exemplo de um mapa de cloropletas no jogo *SimCity* 2013 a indicar o nível de criminalidade.⁹

⁸<http://www.dlib.org/dlib/december05/kirriemuir/12kirriemuir.html>

⁹ <http://www.pcgamesn.com/simcity/simcity-screens-show-new-ui-and-crime-map>

Imersão/Integração

A última categoria da *framework* tem em conta a imersão que a visualização tem no jogo e se está contida ou não neste. Apesar de uma visualização fora do jogo ser naturalmente menos imersiva, Bowman *et al.* [10] defendem que para capturar o espectro de visualização total nos jogos e na aplicação é fundamental realizar esta distinção.

O primeiro nível imersivo/integrado (*immersive/integrated*) usa visualizações que estão integradas nos jogos e que são combinadas com a atmosfera do mundo virtual. Dependendo do género do jogo surgem diferentes tipos de visualização. Por exemplo, enquanto que num simulador de negócios são geralmente usados gráficos, num *First Person Shooter* (FPS) são usados indicadores de dano, na direcção em que o jogador está a ser atacado [10].

O nível de informativo/integrado (*informative/integrated*) categoriza representações visuais que oferecem informações adicionais ao jogador no jogo. Geralmente, dispõem a informação do estado do jogo que não é possível apresentar no mundo virtual. Os teatros de *replay* (Figura 2.10) e os gráficos de desempenho nos FPS encontram-se dentro deste nível.

O nível imersivo/separado (*immersive/separate*) inclui visualizações que estão fora do jogo, mas que ainda assim conseguem ser imersivas. Um exemplo é o *World of Warcraft Remote*¹⁰ que permite aos jogadores conversarem no *chat* do jogo e participarem nos leilões usando um *smartphone* [10].

Finalmente, as visualizações informativas/separadas (*informative/separate*) são representações localizadas fora do jogo. Este tipo de visualização está a tornar-se uma tendência na Internet, com as equipas de desenvolvimento de jogos a fornecerem API (Application Programming Interface) de dados para os jogadores que estiverem interessados na análise ou visualização destes [10]. Alguns exemplos incluem os mapas com anotações do *World of Warcraft* (Figura 2.11), API de dados para o *Spore*¹¹ e o *LoL*¹² assim como os mapas políticos desenhados por jogadores no *EVE Online*¹³.

¹⁰<http://us.battle.net/wow/en/services/wow-remote/>

¹¹<http://www.spore.com/comm/developer>

¹²<https://developer.riotgames.com/>

¹³<http://community.eveonline.com/news/dev-blogs/community-spotlight-verite-rendition-influence-maps/>



Figura 2.10: Exemplo de um teatro *replay* no jogo LoL.¹⁴



Figura 2.11: Exemplo de um mapa com anotações no jogo *World of Warcraft*.¹⁵

2.4.2 Mapas temáticos para a visualização de informação espaço-temporal

Uma forma de representar dados espaço-temporais consiste no uso de mapas temáticos, cuja principal função consiste no suporte à tomada de decisão e no apoio a respostas de questões espaciais e espaço-temporais [32].

A maioria dos estudos realizados em jogos relativamente a visualizações consistiram em aplicar mapas estáticos a vários atributos do mundo virtual. Drachen and Schubert [14] recorreram ao uso de *heatmaps*. Estes transmitem uma quantidade estatística variável sobre uma unidade espacial do mapa [10], para formar mapas de agregação e visuali-

¹⁴http://leagueoflegends.wikia.com/wiki/Spectator_Mode

¹⁵<http://wow.gamepressure.com/map.asp?ID=42>

zação de eventos no jogo, como por exemplo um mapa de letalidade que indica onde os jogadores morreram num cenário (Figura 2.12).

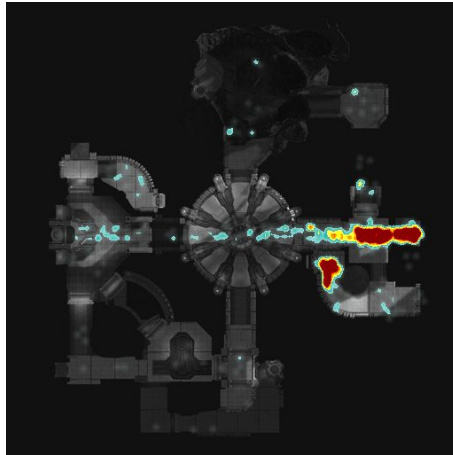


Figura 2.12: Heatmap a indicar as mortes por espingarda num mapa do *Halo 3*.¹⁶

Nestes mapas existe a possibilidade de visualizar mais do que uma variável, de forma a avaliar a interação entre estas. Uma aplicação pode combinar as localizações das mortes dos jogadores com os dados de trajetória para fornecer uma análise detalhada das dinâmicas do jogo [14]. O *overlapping* (Figura 2.13) é uma operação espacial que sobrepõe dois ou mais mapas, ou camadas, no mesmo sistema de coordenadas, gerando, assim, mapas compostos que combinam conjuntos de dados. É um processo que tem sido usado na análise de jogos e serve o propósito de visualizar ou mesmo analisar a relação entre diversos recursos que ocupam o mesmo espaço, como um mapa de um nível de jogo, as trajetórias dos jogadores registadas nesse nível e os eventos de morte. Por exemplo, na Figura 2.13 um *heatmap* de "deaths" é subtraído de um *heatmap* de "kills" no jogo *Transformers: War for Cybertron*. As áreas a vermelho indicam zonas perigosas e as áreas a azul as zonas seguras. Uma conclusão a que se pode chegar é que as áreas junto às paredes são mais perigosas devido ao movimento limitado [14].

¹⁶<http://halo.bungie.net/news/content.aspx?type=topnews&cid=12943>

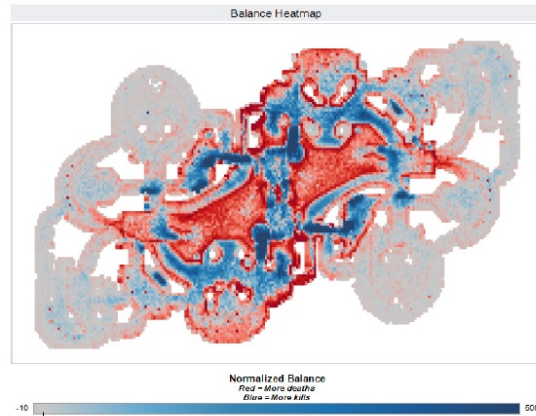


Figura 2.13: Exemplo de análise *overlay*: Um *heatmap* de equilíbrio no jogo *Transformers: War for Cybertron*

Drachen *et al.* [15] recorreram a um *gridmap* para delinear as trajetórias dos jogadores e também para destacar as zonas do mapa que não são acessíveis no jogo *Defense of the Ancients 2* (DOTA2) (Figura 2.14 (a)). O objetivo desta investigação foi a de medir a diferença da perícia dos jogadores, expondo três medidas de dados de comportamentos espaço-temporais: mudanças de zona, distribuição dos membros das equipas e *clustering*s de séries temporais. Para isso, usaram um parser, *Dotalys 2* (Figura 2.14 (b)), para recolher os dados das partidas do jogo. Os resultados das análises indicaram que o comportamento espaço-temporal está intrinsecamente relacionado com a perícia da equipa [15], sendo que os jogadores mais experientes efetuam mais mudanças de zona e têm uma melhor distribuição pelo mapa.

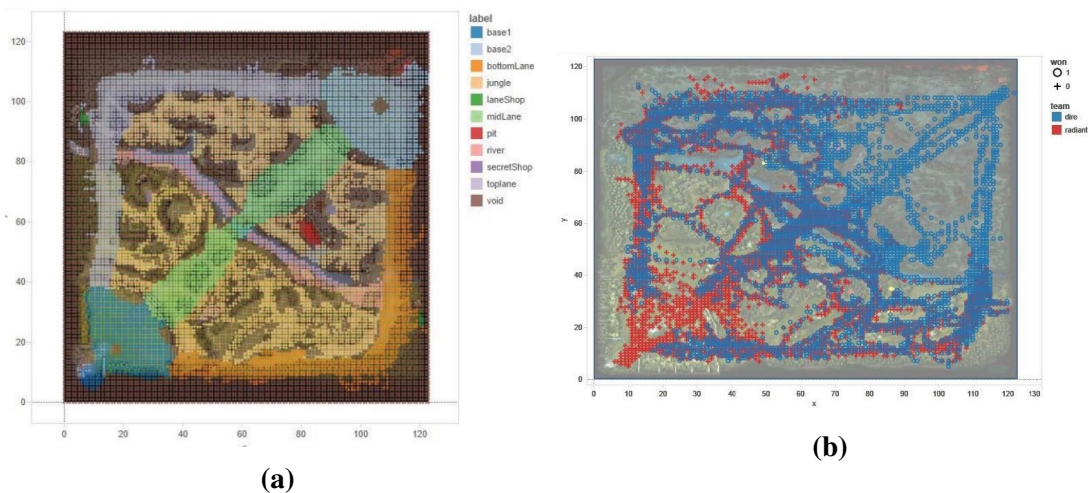


Figura 2.14: Exemplos de *gridmaps*: a) *gridmap* delineando as zonas trespassáveis pelos jogadores; b) com informação de visualização de posições usando a ferramenta *Dotalys 2*.

Como referido anteriormente, os mapas animados consistem na apresentação automática de uma sequência de mapas (*frames*) e aproveitam o poder computacional para

atualizar rapidamente o seu conteúdo, como por exemplo, apresentar a posição das personagens do jogo ao longo do tempo (Figura 2.15) [20]. Nos jogos, esta técnica é usada para apresentar informações da posição dos inimigos ou de um objetivo que se desloca ao longo do tempo [9, 18]. Outra aplicação dos mapas animados é representar o progresso de um jogador ao longo do tempo, sendo que nos jogos de estratégia são utilizados os ficheiros de *replay* [8, 17].

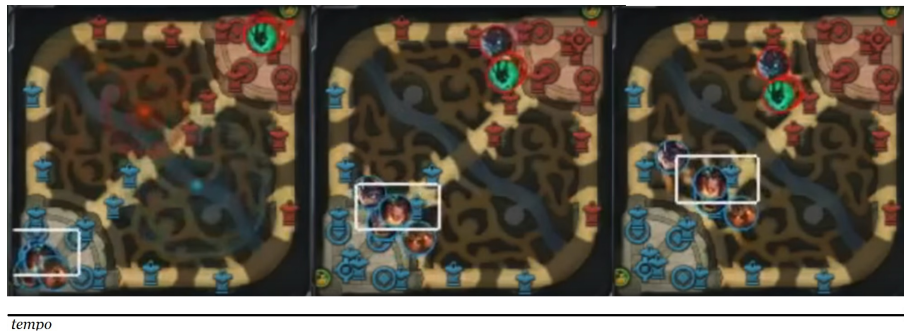


Figura 2.15: Exemplo de uma mapa animado no jogo LoL.¹⁷

2.5 Discussão

Existem diversas técnicas de visualização para representar dados espaço-temporais. Relativamente aos jogos, as técnicas mais usadas baseiam-se nos mapas estáticos pela sua simplicidade na transmissão de informação importante ao jogador.

Contudo, alguns estudos indicam que as técnicas de visualização usadas nos jogos não abrangem todas as técnicas conhecidas e, como exposto nas secções anteriores, existem outras com vantagens relativamente à representação de dados de trajetórias que pode beneficiar a investigação de dados espaço-temporais dos jogos. Uma das técnicas de visualização pouco explorada na área dos jogos e como tal de interesse é o cubo espaço-temporal, não só pelo seu sucesso em casos de estudos anteriores na área de visualização de trajetórias [12, 20, 27], mas também à capacidade em ilustrar o movimento continuamente no espaço e no tempo, mesmo para casos em que haja movimentos inesperados [12]. Esta última característica está fortemente associada aos jogos como o *League of Legends*, devido à necessidade dos jogadores de estarem em constante movimento para conquistar objetivos ou matar oponentes durante uma partida.

Neste trabalho, vão ser exploradas a adequabilidade e efeitos da utilização de técnicas de visualização como mapas estáticos em 2D e o cubo espaço-temporal em 3D, para visualizar os dados espaço-temporais no contexto do jogo *League of Legends*. No entanto, o estudo será focado em jogadores *normais*, geralmente, inexperientes na análise e visualização de dados.

¹⁷https://www.youtube.com/watch?v=5EV9STOD_sM

A Tabela 2.1 resume as técnicas apresentadas neste capítulo. Indicando o nome da técnica, que representações são usadas e que tipos de dados são possíveis de se apresentar.

Tabela 2.1: Resumo das técnicas de visualização

Técnica de Visualização	Tipos de Representação	Dados	Observações	Referências
<i>Heatmap</i>	Marcas de áreas	Eventos Trajetórias	-Agrega eventos a um local do mapa, criando mapas orientados a esse tipo de evento, como um mapa de letalidade (Figura 2.12). -Pouco eficiente, mas usável para representar dados de trajetórias.	Drachen and Schubert [14] Bowman <i>et al.</i> [10]
<i>Gridmap</i>	Pontos, Marcas de área	Posições Trajetórias	-Divide o mapa em células que denotam posições. -Consegue delinear zonas num mapa (Figura 2.14).	Drachen <i>et al.</i> [15]
Mapas Compostos	Marcas de áreas	Eventos Posições Trajetórias	-Gera novas informações. -Permite juntar dois mapas que representam variáveis diferentes (Figura 2.13).	Drachen and Schubert [14]
Cubo Espaço-Temporal	Pontos, Linhas	Posições Trajetórias	-Ilustra o movimento continuamente no tempo e no espaço. -O tempo é representado como uma posição espacial, o que permite representar atributos temáticos.	Demšar and Vrrantaus [12] Kjellin <i>et al.</i> [27] Gonçalves [20]
Mapas Animados	Pontos, Linhas, Marcas de área	Posições Trajetórias	-Apresentação de uma sequência automática de mapas. -Consegue revelar padrões espaço-temporais que os mapas estáticos não conseguem exibir.	Ormeling and Kraak [32] Harrower and Fabrikant [25]

No capítulo seguinte será descrito o protótipo de visualização utilizado para o estudo de interação com os utilizadores. Nomeadamente a seleção de dados espaço-temporais mais relevantes para os jogadores do LoL, as técnicas de visualização utilizadas e o enquadramento da visualização com a *framework* do Bowman *et al.* [10].

Capítulo 3

VisLoL

Este capítulo descreve o processo de desenvolvimento do protótipo VisLoL, uma aplicação focada na visualização de dados espaço-temporais para jogadores *normais* (i.e., pessoas que jogam, mas não são experientes a analisar jogos). A Secção 3.1 descreve os dados utilizados para o protótipo. Na Secção 3.2 será descrita a análise de requisitos dos jogadores neste tipo de aplicações. A Secção 3.3 especifica o desenho e implementação dos componentes do protótipo. A última secção deste capítulo expõe as conclusões do processo de desenvolvimento do protótipo.

3.1 Dados do *League of Legends*

Escolheu-se utilizar os dados do jogo *League of Legends* (LoL) como caso de estudo. Esta decisão deve-se a três fatores. Em primeiro lugar, de todas as fontes de dados oficiais exploradas, a API fornecida pela *Riot Games* (estúdio responsável pela criação do LoL) era uma das únicas que continha dados espaço-temporais detalhados (i.e, coordenadas do mapa do jogo e tempos). Segundo, os MOBAs em geral e o LoL, em particular, são jogos em que a posição dos jogadores durante as partidas são de extrema importância. Por último, dos vários MOBAs, o LoL é um dos mais antigos e populares dentro do género, o que proporciona um caso de estudo mais robusto.

3.2 Análise do VisLoL

Antes do desenvolvimento do protótipo, foi realizado um questionário direcionado a jogadores do LoL para compreender a perceção destes, relativamente à importância da informação espaço-temporal nas suas partidas, assim como os tipos de métricas/ funcionalidades que consideram necessárias para perceber o que aconteceu numa determinada partida. Com os resultados deste estudo, foi possível definir os dados espaço-temporais mais relevantes para expor no protótipo VisLoL.

3.2.1 Questionário

O primeiro passo do estudo consistiu na realização de um questionário online¹ (Apêndice A). Procedeu-se à divulgação deste em diferentes grupos dedicados ao jogo na rede social Facebook e no *subreddit* do jogo².

O questionário é composto por três secções principais. A primeira focou-se no perfil do jogador, mais especificamente, continha questões para saber se jogava outros jogos semelhantes ao LoL, qual o *ranking* do jogador e com que frequência participava no LoL.

A segunda secção continha um conjunto de afirmações em que era pedido ao utilizador que atribuísse um grau de concordância, numa escala de um a cinco, em relação à importância de fatores espaço-temporais no decorrer de uma partida, nomeadamente: verificar se os jogadores davam valor à posição das equipas, quais os eventos/objetivos que os jogadores necessitam de prestar atenção e se existia algum papel, de um jogador na equipa, cuja posição fosse mais valiosa de se conhecer em todos os momentos do jogo.

A última secção abordava o interesse dos utilizadores em estudar o jogo quando não estão a jogar (i.e., observar as suas estatísticas em páginas web dedicadas e/ou ver partidas de outros jogadores na ferramenta de *replay* do jogo) e que tipo de métricas utilizavam para cada uma destas ferramentas de informação. No caso das páginas web foram utilizadas as seguintes métricas: mortes dos jogadores, participação nas mortes, o rácio de vitórias/derrotas das personagens, a *build* da personagem, recurso ganho durante uma partida, dano causado, controlo de mapa e participação em eventos específicos (torres, monstros especiais). Na ferramenta do *replay* do jogo questionou-se outras métricas como: *build* da personagem, trajetórias das *jungle* e das *lanes*, estratégias e posição dos jogadores ou da equipa.

3.2.2 Resultados do questionário

Um total de 271 jogadores voluntariaram-se para responder ao questionário. Destes utilizadores, 85% dos participantes jogam diariamente, enquanto que 10% participam semanalmente no jogo, apenas 2% jogam mensalmente e 3% raramente jogam (Figura 3.1).

¹<http://tinyurl.com/zdnlw5r>

²<https://www.reddit.com/r/leagueoflegends/>

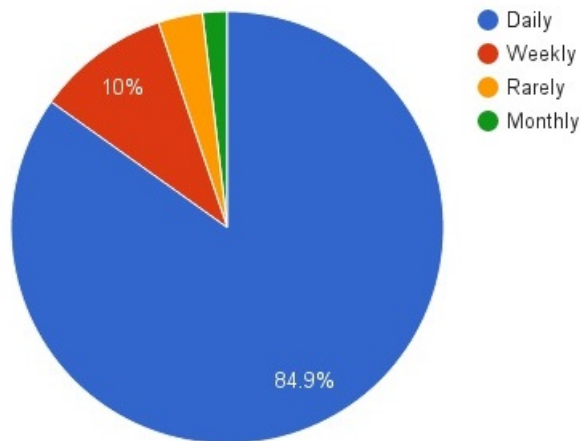


Figura 3.1: Resultados de quão frequentemente os utilizadores jogam *League of Legends*.

Relativamente às questões baseadas no comportamento do jogador durante a partida, acima de 50% consideraram as posições dos jogadores, equipa, equipas inimigas e posicionamento de sentinelas (*wards*) como *muito importante* (a classificação mais alta da secção do questionário) (Figura 3.2). Por outro lado, a posição de NPCs (*Non Playable Characters*) e o caminho feito de um ponto para o outro ficou distribuído pelas três classificações mais altas (*moderadamente importante, importante e muito importante*, respetivamente).

No que se refere à importância de registo do momento em que ocorreu certos certos eventos (aparecimento de um monstro especial e renovação dos monstros da *jungle*) 34.32% dos jogadores consideraram este comportamento como importante e 35.06% dos utilizadores achou muito importante.

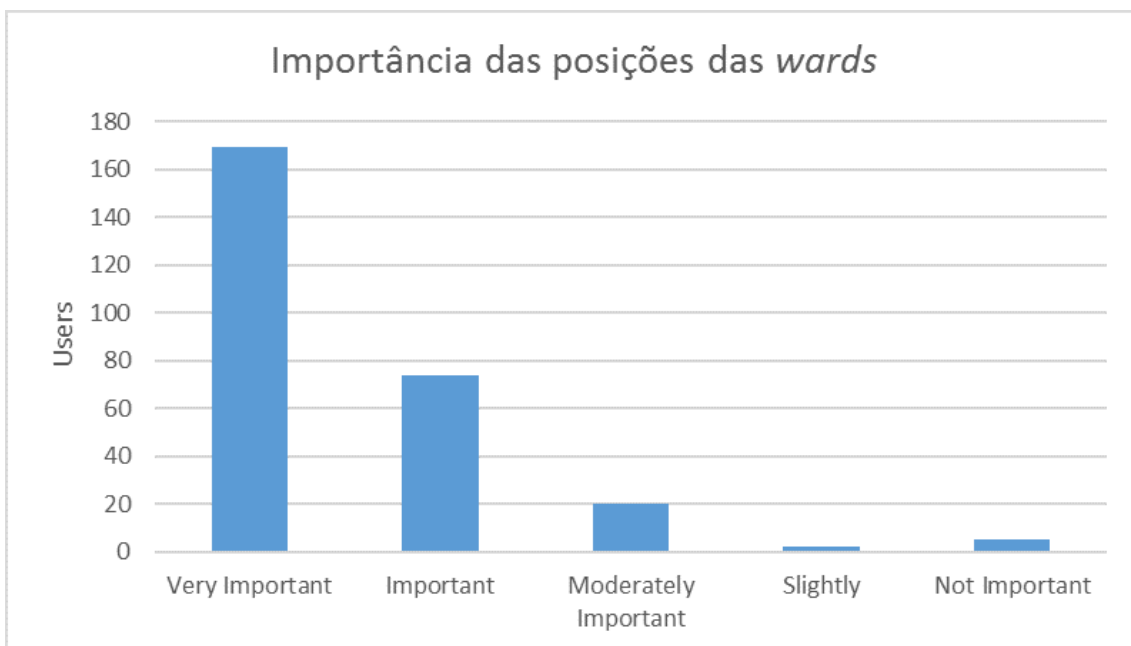


Figura 3.2: Resultados sobre a importância da posição das *wards* para os jogadores.

Relativamente à pergunta se os utilizadores achariam interessante saber se o *jungler*, jogador responsável por patrulhar a zona da *jungle* da partida, se direciona para um campo da *jungle*, os jogadores demonstraram-se indiferentes (31.73% dos utilizadores).

Em relação à pergunta se um bom jogador se movimenta por todo o campo do jogo ao longo de uma partida, os utilizadores ficaram divididos (43.17% a favor, 29.88% contra e 26.93% indiferentes).

No que respeita à pergunta se os jogadores devem prestar mais atenção à posição da sua equipa que da equipa inimiga, os utilizadores mostraram-se mais uma vez divididos (39.48% concordaram, 36.16% discordaram e 24.35% indiferentes).

A grande maioria dos utilizadores assume que toda a equipa coloque sentinelas sempre que possível na *jungle* (84.50% concordaram).

Os utilizadores também esperam que consoante as fases do jogo (*early, mid e late game*), um jogador deve mover-se de forma diferente no mapa (77.12% utilizadores concordaram).

Quanto à importância da posição dos diferentes papéis dos jogadores, os utilizadores referem que as personagens do *mid lane* e os ADC (*Attack Damage Carries*, personagens que provocam muito dano rapidamente mas são suscetíveis aos ataques da equipa adversária) devem ter mais atenção à sua posição espacial no mapa (56.08% e 69.37% utilizadores concordaram respectivamente). Os jogadores mostraram-se indiferentes com a importância da posição do *jungler* (33.21% dos utilizadores) (Figura 3.3).

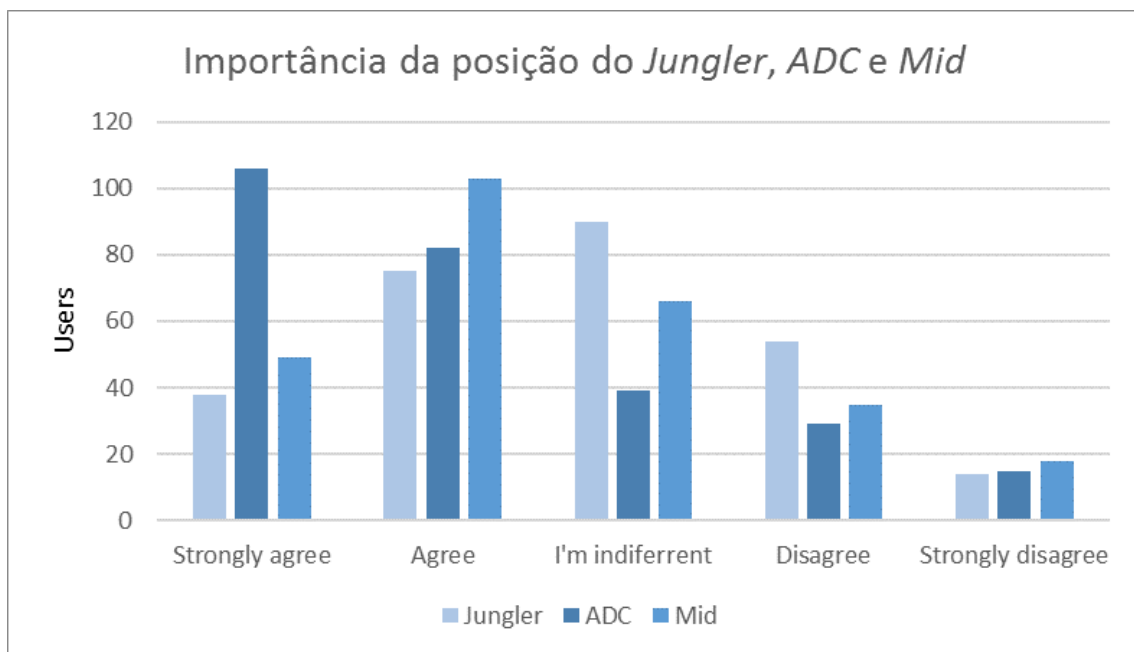


Figura 3.3: Resultados sobre a importância da posição dos *junglers*, *mids* e *ADCs*.

Quanto aos hábitos fora do jogo, 64.6% dos jogadores visitam páginas web ou apli-

cações sobre o jogo, sendo o *op.gg*³ um dos sites mais mencionados no questionário. Os utilizadores demonstraram grande interesse em saber o rácio de mortes e assistências (79.3%), a participação nas mortes, o rácio de vitórias das personagens e a *build* dos heróis. De notar que o controlo do mapa também foi uma das razões apontadas como mais significativas com cerca de 37.4% dos votos (Figura 3.4).

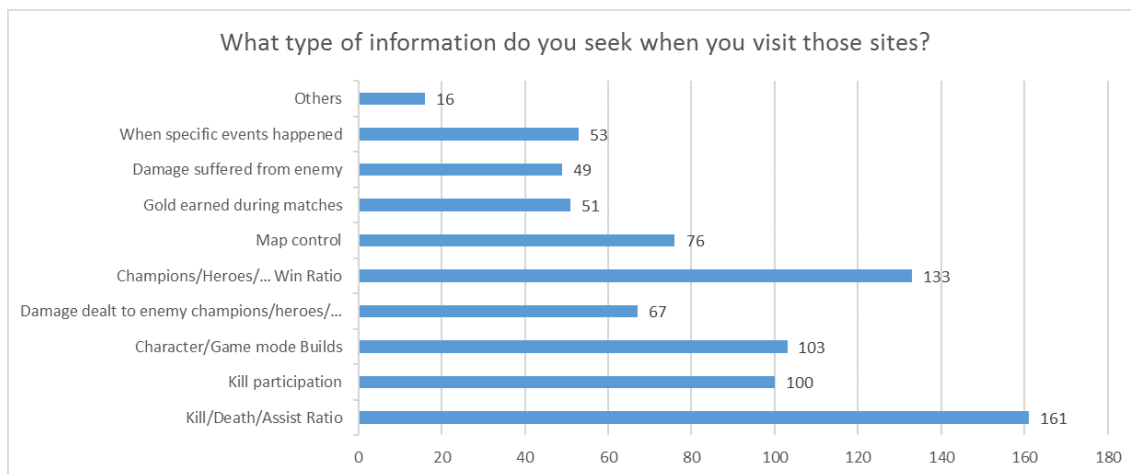


Figura 3.4: Resultados sobre o tipo de informação que os utilizadores pesquisam nos sites dedicados ao *League of Legends*.

A maioria dos jogadores (87.8%) observa *replays* e *streams* de várias partidas do jogo. Sendo que 66.1% utiliza estas visualizações para conhecer as estratégias das equipas e de jogadores específicos. Um outro factor que motiva os utilizadores a ver as partidas é para visualizar a posição dos jogadores (62.7%) (Figura 3.5).

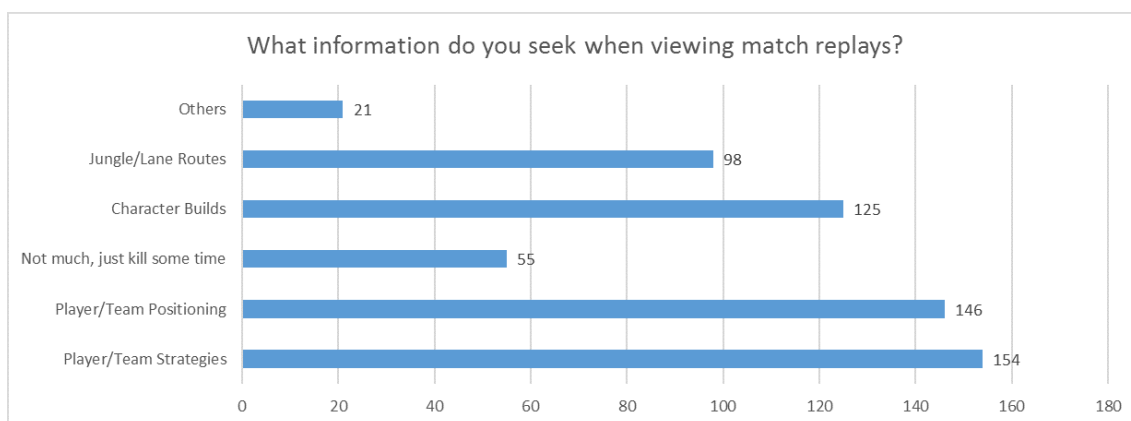


Figura 3.5: Resultados do questionário sobre a informação que os utilizadores estão interessados em ver nos *replays*.

³<http://euw.op.gg/>

3.2.3 Requisitos do protótipo VisLoL

Com os resultados do questionário (ver subsecção 3.2.2) e a análise da literatura mencionada no Capítulo 2 foi desenvolvido o protótipo VisLoL. Este representa o movimento dos jogadores durante uma partida, em conjunto com todos os eventos importantes gerados ou assistidos pelo jogador. Os eventos incluem: mortes do próprio jogador, mortes inimigas causadas por este, assistências (i.e, o jogador não matou o oponente, mas contribuiu para a sua morte), colocação de sentinelas (posição aproximada de sentinelas), torres destruídas e monstros especiais (*Drakes* e *Baron*) mortos pelo jogador. Adicionalmente, o VisLoL fornece informação de alguns atributos temáticos (i.e, sem componente espacial) relevantes para a análise de uma partida, tais como: o total do recurso (*Gold*) acumulado por um jogador, o total de NPC (*Non Playable Characters, Minions*) mortos pelo jogador e o total de experiência ganha por este. Estes atributos são apresentados periodicamente conforme a sua variação ao longo do progresso do jogo.

Relativamente à *framework* criada por Bowman *et al.* [10] (subsecção 2.4.1), o protótipo VisLoL pode ser caracterizado em função das seguintes categorias:

- O **propósito primário** do protótipo insere-se numa visualização de treino, pois o objetivo principal do protótipo consiste em auxiliar os jogadores a consultar/analisar os eventos ocorridos em relação às partidas do *League of Legends*;
- A **audiência alvo** é o jogador;
- Relativamente ao **uso temporal**, o VisLoL enquadra-se numa visualização de retrospectiva, tendo em consideração que o protótipo apresenta partidas que já ocorreram;
- Está inserido num nível intermédio da **complexidade visual** já que a informação do protótipo é apresentada com o auxílio de um mapa e de uma simbologia familiar ao jogo;
- O protótipo está ainda num nível informativo/separado relativamente à categoria **Imersão/Integração**, dada a sua natureza de transmissão de informação ao jogador e de não estar diretamente integrado no jogo LoL.

3.3 Desenho e construção do VisLoL

Nesta secção é descrito sumariamente o desenho do prototipo e a sua implementação, nomeadamente as tecnologias utilizadas e uma explicação mais detalhada das funcionalidades.

3.3.1 Desenho do protótipo VisLoL

Todos os dados expostos no VisLoL foram obtidos através da API fornecida pela *Riot Games* para a recolha de dados⁴. O protótipo necessitou da criação de uma ferramenta extra para ter acesso aos dados de uma partida de *League of Legends*. O funcionamento do programa consiste na requisição de um URL de uma partida de *League Of Legends* (disponível para qualquer utilizador no site oficial do jogo⁵) e gera um conjunto de ficheiros JSON com os vários dados dos acontecimentos do jogo. O protótipo usa os ficheiros criados para seleccionar a informação e exibir corretamente os dados para os utilizadores.

Tanto o desenvolvimento do protótipo como da ferramenta de pedidos de dados de uma partida, seguiram uma abordagem modular. Desenvolveram-se módulos com propósitos distintos e aplicaram-se diversas funções para garantir uma boa compreensão e coesão do código. O módulo do protótipo foi adaptado e estendido a partir da aplicação desenvolvida anteriormente no estudo de trajetórias humanas [22].

O VisLoL foi desenvolvido na linguagem Javascript, com base em protótipos anteriores sobre trajetórias humanas [22]. Tal como estes, o VisLoL recorre ao Node.js⁶ para criar um ambiente de execução do Javascript e utiliza as funcionalidades da biblioteca Three.js⁷ para criar e visualizar gráficos em 3D num *web browser*. O protótipo foi testado nos sistemas operativos *Windows 7* e *10*.

3.3.2 Ferramenta de pedido de dados

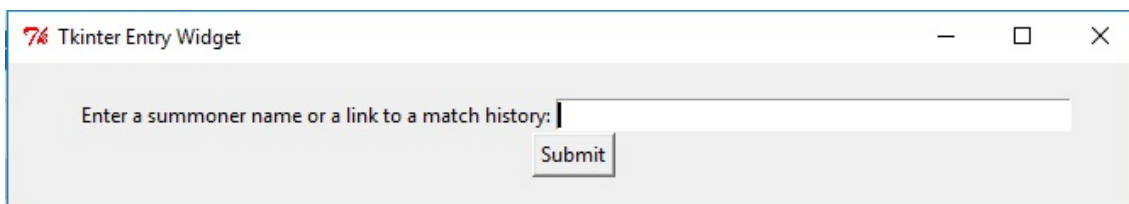


Figura 3.6: Screenshot da ferramenta de pedido de dados.

Uma das primeiras tarefas para a exposição dos dados espaço-temporais do jogo *League of Legends* consistiu na interação com a API da Riot. Desenvolveram-se alguns módulos em Python, cada um com um propósito específico, como por exemplo: um módulo de escrita e leitura de ficheiros JSON (IOFile), outro com as constantes da API (região, versão e um dicionário com os diferentes tipos de pedidos URL) (RiotConst) e, finalmente, um módulo responsável pela estrutura do pedido URL a ser enviado para a API da *Riot* (RiotAPI).

⁴<https://developer.riotgames.com/>

⁵<http://matchhistory.euw.leagueoflegends.com/en/>

⁶<https://nodejs.org/en/>

⁷<http://threejs.org/>

O módulo principal desta ferramenta contém uma GUI simples a pedir o URL identificador de uma partida ou o nome de utilizador de um jogador (RiotMain) (Figura 3.6). Consoante o que for submetido, o módulo RiotAPI envia à API um pedido recebendo como resposta uma estrutura de dados, semelhante ao formato JSON. O módulo IOFile escreve esta estrutura de dados repartido em vários ficheiros JSON, prontos a serem usados pelo módulo do protótipo.

No total são criados 5 ficheiros JSON por partida, nomeadamente: um ficheiro JSON com as posições, minuto a minuto, de cada um dos jogadores envolvidos na partida; um ficheiro com todos os instantes e posições das mortes de cada jogador, incluindo a informação do participante responsável pela morte; um ficheiro com todos os instantes em que cada jogador colocou as *wards*; um ficheiro que contém todos os instantes em que um *Drake* ou um *Baron* foram conquistados; Por fim, um ficheiro JSON que inclui todos os instantes e posições em que ocorreu uma destruição de uma torre.

3.3.3 Funcionalidades do VisLoL

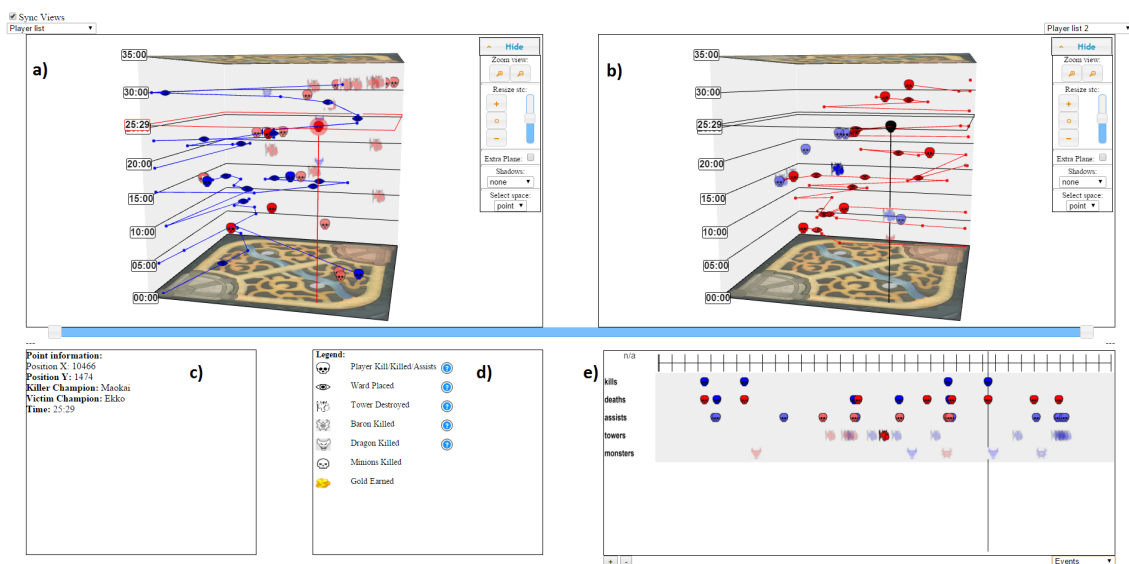


Figura 3.7: Protótipo VisLoL: a) e b) duas visualizações de mapa de dois jogadores; c) painel de informação textual; d) painel da legenda; e) gráfico da linha do tempo.

O protótipo (Figura 3.7) é composto por três secções principais: visualização de mapas, *timeline* e painéis de informação.

O primeiro componente é constituído pelo mapa, sendo composto por uma ou duas visualizações de mapa, dependendo do número de jogadores que estão a ser analisados. A decisão de separar cada jogador por uma visualização de mapa deve-se a uma evolução do desenho do protótipo. A primeira versão do VisLoL utilizava apenas uma visualização de mapa. Ao testar esta iteração com um jogador de *League of Legends* concluiu-se que o efeito de *clustering* de informação dificultava a análise dos utilizadores.

No topo do primeiro componente, o utilizador pode ativar/desativar o botão *Sync Views* (Figura 3.8 (a)) para sincronizar as interações entre os dois mapas. Abaixo desta opção, o utilizador pode seleccionar, usando um botão *dropdown* (Figura 3.8 (b)), quais os jogadores a visualizar. Caso seja seleccionada a opção "None", o componente será composto apenas por um mapa (Figura 3.8 (c)). Ambos os mapas mostram a trajetória e eventos associados a cada jogador, tal como descrito na subsecção 3.2.3.

Dada a falta de familiaridade dos participantes com a aplicação, escolheu-se uma representação visual dos dados que fosse informativa, mas ainda assim simples e fácil de perceber para quem joga LoL. Especificamente, enquanto as localizações do jogador ao longo do tempo são representadas com pontos, coloridos de acordo com a equipa do jogador (i.e., vermelho ou azul), os eventos recorrem a uma simbologia semelhante à usada no jogo (por exemplo, as caveiras representam mortes, as torres representam a destruição de torres, as mortes dos *Drakes* e do *Baron* usam os símbolos idênticos aos apresentados na página web do *match history*⁸). Todas as localizações e eventos directamente relacionados com o jogador são ligados por uma linha, coloridos da mesma forma que o símbolo do ponto, de forma a enfatizar a sua relação e dar uma noção de continuidade entre os eventos. Por omissão, os mapas estão dispostos numa vista ortogonal, aparecendo como um mapa 2D (Figura 3.8 (c)). Contudo, ao rodar o mapa verticalmente, o utilizador consegue transformar esta vista 2D num cubo espaço-temporal (STC) 3D sobre uma vista em perspectiva, tal como proposto em um estudo anterior por Gonçalves *et al.* [22].

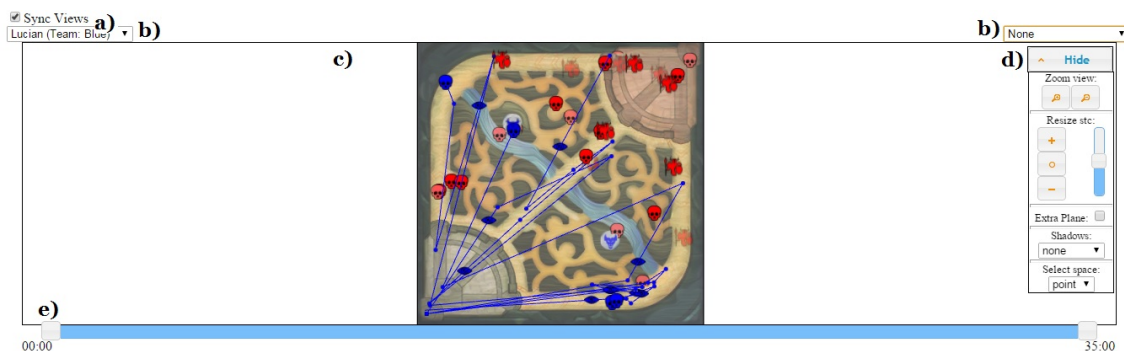


Figura 3.8: Técnica de visualização do mapa usada no protótipo: a) botão "Sync Views"; b) menus *dropdown*; c) STC com vista ortogonal; d) painel de controlo; e) *slider* temporal.

O segundo componente, a *timeline* (Figuras 3.7 (e), 3.9 e 3.10), consiste num gráfico interativo de pontos e linhas focado na representação dos dados do ponto de vista temporal. Por omissão, esta visualização é composta por várias linhas, cada uma associada a um tipo de evento (por exemplo, mortes do jogador, mortes do inimigo, torres destruídas, mortes de *Drakes* e mortes de *Dragons*), cujos ícones são distribuídos horizontalmente para indicar os instantes em que aconteceram na partida (Figura 3.9). Contudo, ao usar

⁸<http://matchhistory.euw.leagueoflegends.com/en/#match-details/EUW1/2767642544/227244212?tab=overview>

o menu *dropdown* deste componente, localizado abaixo da *timeline*, é possível selecionar outros atributos temáticos, nomeadamente: o *gold* ganho, os *minions* mortos, experiência adquirida e total de sentinelas colocadas durante uma partida. Ao selecionar um destes atributos, a representação da *timeline* muda para uma visualização tradicional de um gráfico de valores x-y (Figura 3.10). A componente da *timeline* foi considerada necessária por duas razões: primeiro, fornece informação adicional sobre os dados e permite a representação de atributos não espaciais (por exemplo, *gold* ou experiência); segundo, esta visualização complementa a restrição de representação de informação temporal quando a vista do mapa corresponde a um mapa em 2D.

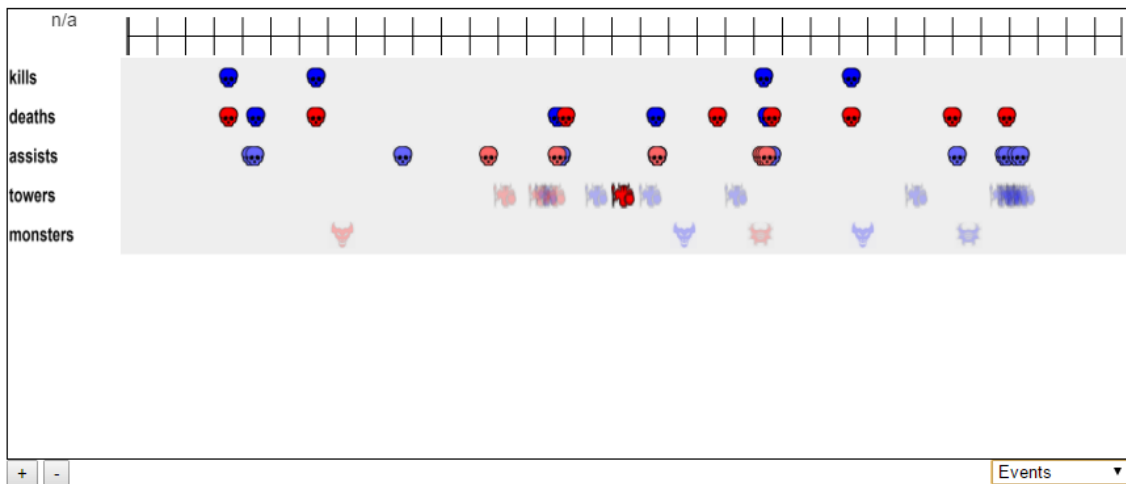


Figura 3.9: Timeline dos eventos.

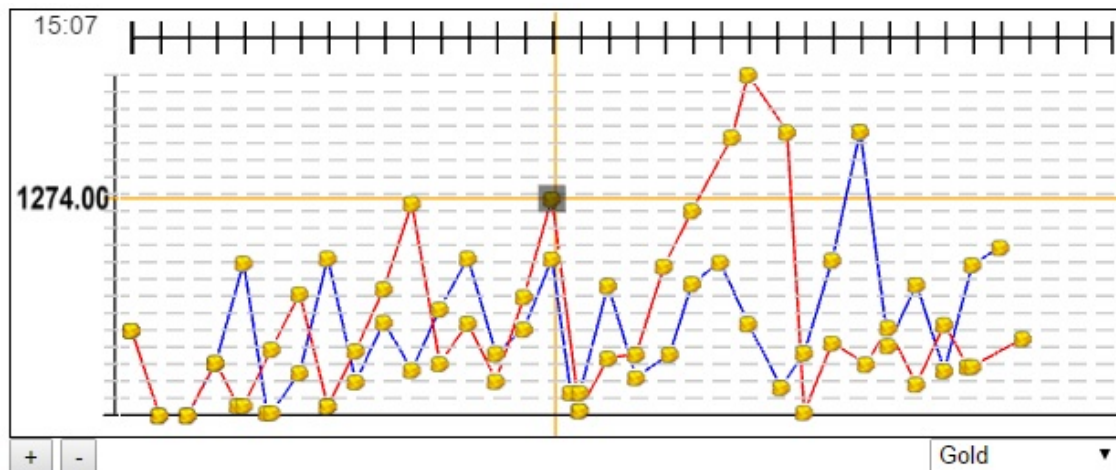


Figura 3.10: Exemplo da *timeline* sobre um atributo temático (Gold).

O terceiro componente é constituído pelos painéis de informação textual e legenda (ver Figura 3.7 (c) e (d), respetivamente). Quando um utilizador seleciona um evento no mapa ou na *timeline*, todos os dados associados a esse evento são apresentados no primeiro painel. Em concreto, esta informação inclui: as coordenadas do evento, o jogador

responsável pelo evento, o tipo de evento e o instante em que aconteceu. No painel da legenda, cada ícone explica o que cada símbolo representa em relação aos restantes componentes.

A principal forma de interação com o protótipo é através do controlo do rato. Tanto o mapa como a *timeline* permitem a manipulação da visualização através de operações de arrastamento e mudança de escala (*pan* e *zoom*). Como referido anteriormente, o mapa permite ao utilizador rodar a vista ao longo de qualquer um dos seus eixos, o que permite ao utilizador trocar entre o mapa 2D e o STC em 3D. Quando se usa o STC, é também possível controlar a sua granularidade temporal, através da alteração da altura do cubo. De forma a minimizar as restrições do STC em tarefas baseadas em localização, a visualização permite acrescentar um plano adicional à vista, que contém um mapa semelhante ao que está visível na base do STC. Este plano pode ser arrastado e fixado em qualquer ponto/plano da altura do STC [28]. Esta funcionalidade pode ser activada e desactivada pelo utilizador, porque estudos anteriores revelaram confusão e desconforto quando os utilizadores usavam esta opção [21].



Figura 3.11: *Heatmap* do protótipo VisLoL.

Uma outra funcionalidade do protótipo consiste em ativar um *heatmap* sobre o mapa 2D, onde áreas com maior atividade de um jogador (trajetórias e eventos) são destacadas (Figura 3.11). Esta técnica de visualização foi integrada no protótipo para auxiliar um utilizador a analisar certos comportamentos de um jogador ao longo de uma partida (por exemplo, zonas que o jogador deslocou-se com maior frequência, em que área do mapa um jogador morreu mais vezes).

As opções de alteração da altura do STC, do plano extra e do *heatmap* encontram-se em um painel de controlo, localizado no lado direito do primeiro componente descrito do protótipo (Figura 3.8 (d)).

Semelhante a outras aplicações com múltiplas vistas, foi considerado importante enfatizar a relação direta entre as diferentes visualizações. Em particular, quando o mapa é composto pelas duas vistas de mapas, qualquer mudança feita num mapa é refletida imediatamente no outro (por exemplo, rodar o mapa, *zoom* ou alterar a altura do STC). De forma semelhante, ao colocar o rato sobre qualquer ponto, quer na vista do mapa quer na

timeline, é destacado o dado correspondente nas outras vistas (por exemplo, selecionar um evento de morte no mapa, faz realçar o tempo correspondente na *timeline* e no outro mapa). Finalmente, abaixo do mapa existe um *slider* temporal (Figura 3.8 (e)), onde o utilizador pode filtrar e visualizar a informação num período de tempo específico - isto afeta tanto os mapas como a *timeline*. Este componente foi desenvolvido para minimizar os efeitos de possíveis *clusters* de eventos, em partidas com mais atividade.

3.4 Sumário

Este capítulo descreveu o processo de desenvolvimento do VisLoL para a visualização de trajetórias dos jogadores do *League of Legends*. Especificamente, realizou-se a análise dos dados espaço-temporais mais relevantes do LoL da perspetiva dos jogadores, o desenho das principais características do protótipo e explicou-se as funcionalidades do VisLoL.

No capítulo seguinte é apresentado a avaliação do VisLoL através de um estudo de usabilidade.

Capítulo 4

Estudo de usabilidade

Após o desenvolvimento do protótipo VisLoL, efetuou-se um estudo de usabilidade de modo a comparar o protótipo com a página web do *match history*¹, ferramenta que disponibiliza um histórico detalhado das várias partidas dos jogadores, utilizado pela *Riot Games*.

O objetivo principal deste estudo consistiu em perceber como é que os utilizadores analisam os seus dados conforme o tipo de ferramenta e não comparar as duas aplicações para saber qual era a melhor. Mais especificamente, com esta experiência pretendeu-se abordar os seguintes pontos:

- Perceber a importância dada à informação espaço-temporal por parte de jogadores *normais*, que não estão familiarizados com as visualizações e análises de dados espaço-temporais tradicionais;
- Identificar as consequências de fornecer dados espaço-temporais aos jogadores *normais*, para a análise e compreensão dos resultados de uma determinada partida;
- Estudar os possíveis efeitos do utilizador conhecer ou não os dados que estão a ser visualizados e de que forma isto poderá afetar a sua análise.

Um total de 21 participantes voluntariaram-se para o estudo. Todos os participantes jogavam frequentemente League of Legends e estavam, pelo menos, familiarizados com outras aplicações de revisão e análise do seu desempenho, após as suas partidas (por exemplo, a página web oficial do jogo, ou o *op.gg*²). Dadas as funcionalidades do jogo, cada jogador é classificado conforme o seu desempenho e rácio de vitórias. De todos os participantes, 4 tinham a classificação de Bronze, a posição mais baixa no *ranking*, 7 de Prata, 3 de Ouro e 7 de Platina. Não tivemos a participação de jogadores de Diamante, Mestre ou Desafiante (*Challenger*), i.e., as três classificações acima de Platina.

¹<http://matchhistory.euw.leagueoflegends.com/>

²<http://euw.op.gg/>

4.1 Design experimental

Foi pedido aos participantes que completassem três tarefas, nomeadamente: *identificação*, *associação* e *comparação*, que consistem em algumas das principais tarefas de visualização cartográficas mais comuns descritas na literatura [21, 40].

Na tarefa de *identificação*, foi pedido aos participantes que respondessem a quatro questões relativas à informação espacial e/ou espaço-temporal, por exemplo: *Onde é que o jogador morreu pela última vez na partida?*; *Indica uma zona do mapa onde o jogador matou um adversário*; *Quando e onde é que o jogador colocou a primeira sentinela?*; *Onde se encontrava o jogador quando a primeira torre foi destruída?*

Na tarefa de *associação*, os participantes tinham de avaliar a prestação de um determinado jogador, baseando-se no conjunto de critérios que o utilizador achasse necessário. No final, foi solicitado aos participantes que classificassem o jogador numa escala de 0 a 10 e que justificassem com base nos critérios escolhidos.

Finalmente, na tarefa de *comparação* os participantes tinham de avaliar o desempenho de dois jogadores, de equipas opostas, mas que desempenhavam um papel semelhante numa determinada partida. Da mesma forma que na tarefa anterior, os utilizadores escolhiam os critérios que achassem necessários e no final da tarefa davam uma pontuação, entre 0 e 10, aos dois jogadores assim como uma justificação para a sua avaliação.

Neste estudo, foram estudadas duas variáveis independentes, nomeadamente:

- A aplicação (*App*), com dois níveis, correspondendo ao protótipo VisLoL descrito na subsecção 3.3.3 e a página *web* oficial do *match-history* fornecida pela *Riot Games* (*web-page*);
- O conhecimento do jogador a ser analisado (*TA - Target Analysis*). Com dois níveis - o primeiro, onde é dito ao utilizador que os dados apresentados são de uma das suas partidas e o segundo nível, em que o jogador desconhece que a informação apresentada é do próprio.

Todos os participantes executaram cada tarefa individualmente e foram submetidos aos dois níveis das variáveis independentes. No início da experiência, todos os participantes tiveram conhecimento do propósito geral da experiência e das aplicações que iriam ser utilizadas. De seguida, executaram um tutorial com o VisLoL para cobrir todas as suas funcionalidades. Depois, foram convidados a interagir com o protótipo, de maneira a habituarem-se aos controlos e a esclarecer qualquer dúvida. Esta fase teve uma duração aproximada de 15-20 minutos.

Após a fase de treino, os participantes realizaram as três tarefas. Primeiro a de *identificação*, depois a de *associação* e, finalmente, a de *comparação*. Esta ordem foi decidida devido ao aumento da complexidade de cada tarefa. Enquanto que na tarefa de *identificação*, os participantes só tinham de detetar informação, nas seguintes tinham também de

interpretar, analisar e comparar a informação.

Na tarefa de *identificação* foram apresentados dados anonimizados de um dos jogos mais recentes de um jogador profissional de LoL. Nas seguintes tarefas (*associação* e *comparação*), foram usados dados anonimizados de diversas partidas do participante do estudo. Os dados visualizados no protótipo VisLoL e na página web oficial eram da mesma partida, contudo, o participante não era informado deste facto.

Devido ao baixo impacto e aparente relevância do mapa da página web do *match-history* oficial da *Riot Games*, que só apresentava a localização das mortes dos jogadores, não foi realizada a tarefa de *identificação* para esta variável.

Porém, para evitar possíveis efeitos de sequências, a ordem das questões na tarefa de *identificação* e as variáveis independentes nas restantes tarefas eram apresentadas com base num design de *latin-square*. Por conseguinte, cada participante realizou um total de 9 ensaios:

1 tarefa de *identificação* + 2 *App* * 2 *TA* * 2 tarefas de *associação* e de *comparação*.
Para medir os resultados, foram consideradas as seguintes variáveis dependentes:

- Tempo até à finalização da tarefa (eficiência);
- Eficácia na tarefa: especificamente para a tarefa de *identificação*, que consiste na percentagem de respostas certas dadas;
- Rácio de tempo de interação com o componente, especificamente ao utilizar o VisLoL: consiste no rácio do tempo dedicado a interagir com o mapa e/ou o componente da *timeline*, comparando com o total de tempo gasto para a realização da tarefa;
- Rácio do tempo de interação com o modo de mapa, especificamente para o VisLoL: consiste no rácio do tempo utilizado ao interagir com o mapa enquanto na visualização 2D ou na vista 3D do STC, comparativamente ao tempo total gasto para a realização da tarefa;
- Coerência de classificações, especificamente para as tarefas de *associação* e de *comparação*: consiste no rácio dos participantes que aumentaram, diminuíram ou mantiveram a mesma avaliação dos jogadores depois de analisarem os dados com o VisLoL e a página web;
- Coerência de decisões, especificamente para a tarefa de *comparação*: consiste no rácio dos participantes que deram uma classificação semelhante ao usar as duas aplicações, por exemplo, avaliar um jogador melhor que o outro ao usar o VisLoL e fazer o mesmo com a página web, mesmo que com diferentes valores.

Para além destas variáveis, no final das tarefas, foi pedido aos participantes que respondessem a um pequeno questionário que abordava as suas opiniões relativamente ao

protótipo VisLoL, em particular às funcionalidades que o participante achou mais úteis e que tipos de dificuldades sentiram na interação com o protótipo.

4.2 Resultados

A seguinte secção descreve os principais resultados obtidos no estudo. Por uma questão de simplificação e legibilidade, as secções seguintes são focadas nos resultados estatísticos mais significativos do ponto de vista estatístico, aqueles próximos de serem considerados como tal, e/ou resultados que possam revelar padrões importantes. Por estes motivos, os resultados associados à eficácia da tarefa não serão apresentados, devido à ausência de resultados significativos, do ponto de vista estatístico, ou de algum padrão relevante.

4.2.1 Tempos de finalização da tarefa

Na tarefa de *identificação*, recorreu-se ao teste de correlação de *Spearman's rank-order* para examinar uma possível relação entre os tempos de finalização dos participantes e os seus respetivos *rankings* no jogo. Os resultados sugerem uma forte correlação negativa entre o tempo de finalização da tarefa e o *ranking* do jogador ($r(15) = -0.725; 0.002$). Além disso, uma análise posterior sobre os tempos médios por *ranking* (ver Figura 4.1) sugere que jogadores com um *ranking* mais alto completam as tarefas mais rapidamente.

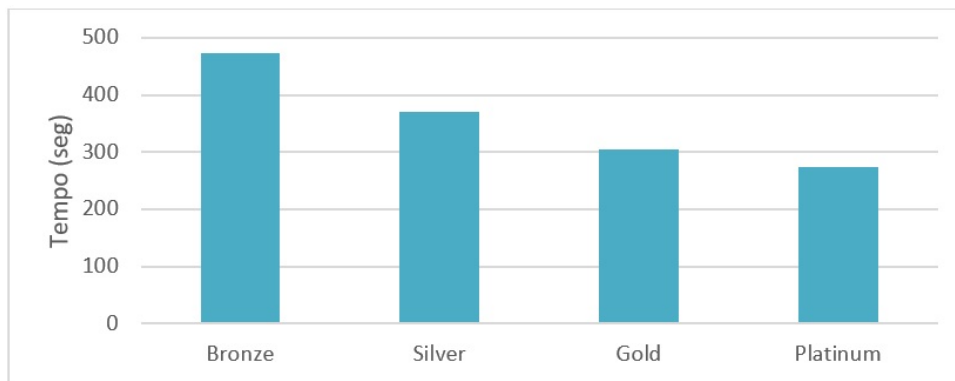


Figura 4.1: Tempo médio para a finalização da tarefa de *identificação*, com base no *ranking* dos jogadores.

Na tarefa de *associação*, aplicou-se o teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*. Visto que nenhuma transformação válida dos dados permitiu chegar a um conjunto de dados normalizados, decidiu-se seguir uma abordagem não-parametrizada, aplicando o método de *Aligned Rank Transform (ART)*, seguido de um factorial completo ANOVA [47]. Apesar de os resultados não relevarem diferenças significativas, os resultados ainda assim sugerem um possível efeito de *App* sobre os tempos de finalização da tarefa:

$$(F(1, 19) = 3.671; p = 0.071)$$

Ao analisar os tempos médios de finalização dos participantes nas duas aplicações

(ver Figura 4.2), é perceptível que os participantes demoraram mais tempo a completar as tarefas ao utilizar o VisLoL.

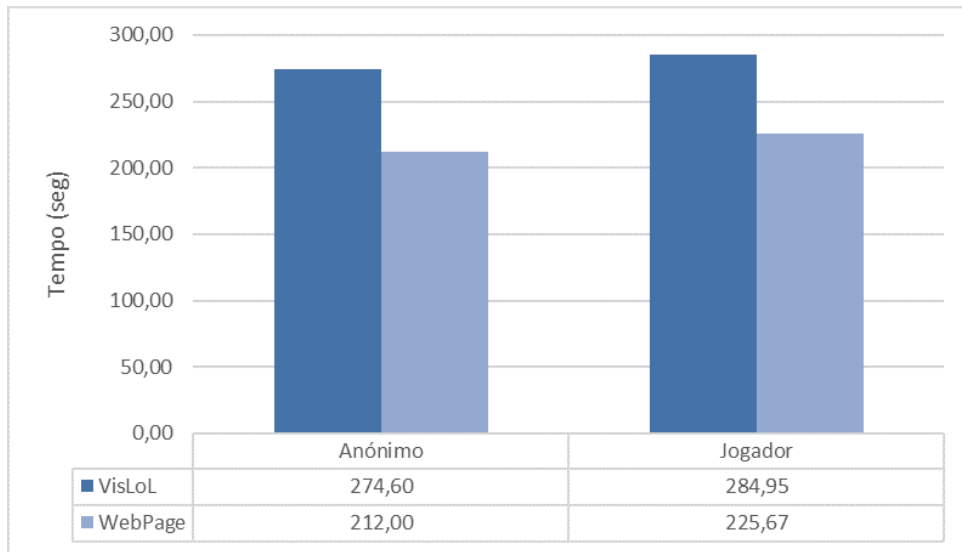


Figura 4.2: Tempo médio para a finalização da tarefa de *associação*, com as duas aplicações e as configurações de análise de jogador.

Um procedimento semelhante foi utilizado nos resultados da tarefa de *comparação*. Os testes revelaram um efeito significativo de *App* sobre os resultados:

$$(F(1.80) = 11,4; p = 0.001)$$

O que implica que os participantes demoraram mais tempo a completar esta tarefa usando o VisLoL, em relação à página web oficial (ver Figura 4.3).

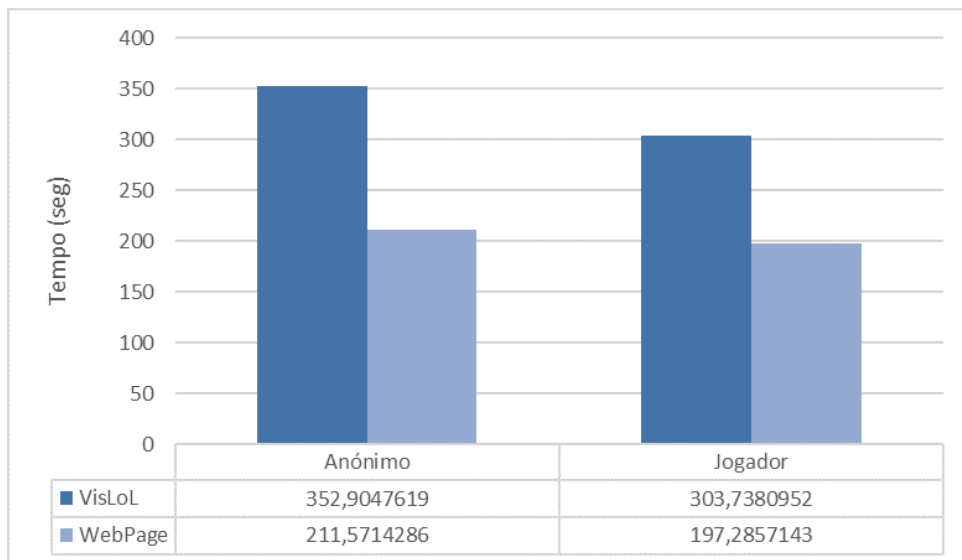


Figura 4.3: Tempo médio para a finalização da tarefa de *comparação*, com as duas aplicações e as configurações de análise de jogador.

Não foram encontrados mais resultados ou padrões significativos associados ao *ranking* do jogador, nem à configuração de análise do jogador.

4.2.2 Rácio do tempo com a interação dos componentes

Mais uma vez, os resultados relativos ao rácio do tempo com a interação dos componentes foram sujeitos ao teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*. Novamente, nenhuma transformação de dados conseguiu fornecer um conjunto de dados normalizado. Por conseguinte, seguiu-se uma abordagem não paramétrica para comparar os resultados.

Na tarefa de *identificação*, o teste *Wilcoxon Signed Rank* mostra uma utilização mais significativa no mapa, comparativamente com o componente da *timeline*:

$$(Z = -3.77; p < 0.001)$$

Nas outras tarefas, a aplicação do método ART, seguido de um fatorial completo ANOVA não revelou quaisquer resultados significativos (ver Figura 4.4).

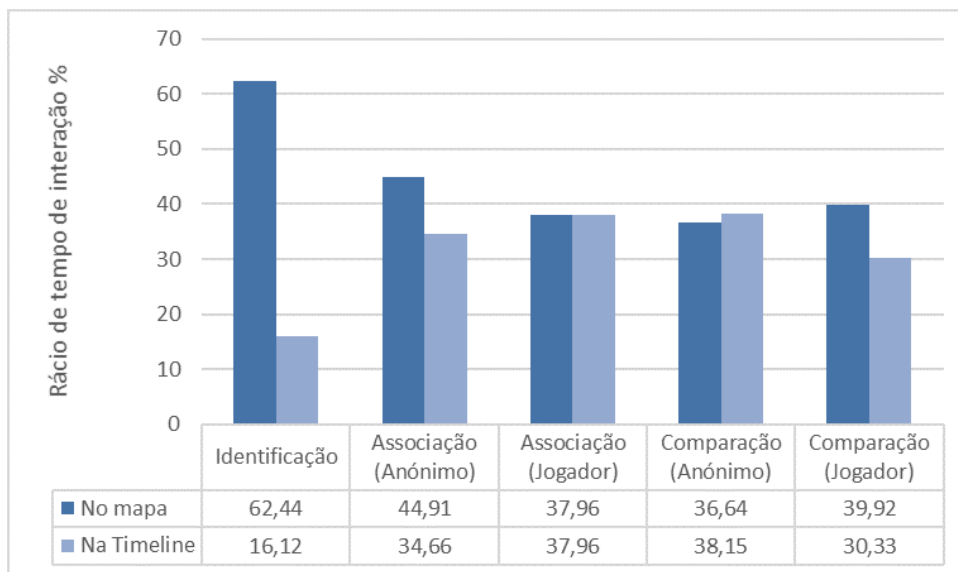


Figura 4.4: Média do rácio do tempo de interação dos participantes quando usam o mapa e/ou o componente da *timeline*, para todas as configurações das tarefas.

4.2.3 Rácio do tempo de interação no modo de mapa

Aplicou-se um procedimento semelhante aos anteriores nos resultados do rácio do tempo de interação no modo do mapa. Apesar de não existirem diferenças significativas na tarefa de *identificação*, foi detetado um efeito significativo de *App* nos resultados das restantes tarefas:

$$(associação: F(1,19) = 8.591; p = 0.009)$$

$$(comparação: F(1,20) = 9.833; p = 0.005)$$

Onde se verifica que os participantes utilizaram durante mais tempo o mapa na vista em 2D, do que na vista em 3D STC (ver Figura 4.5).

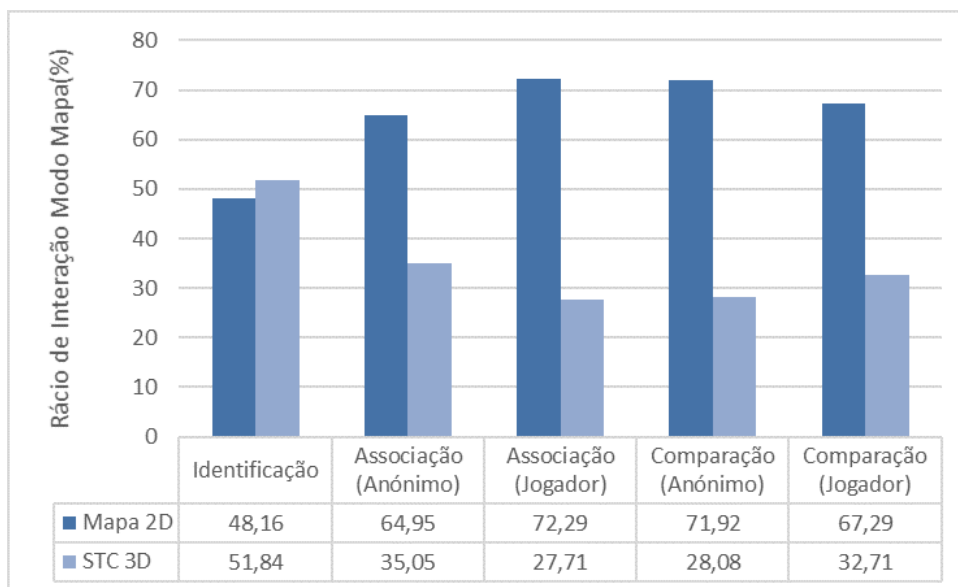


Figura 4.5: Média do rácio do tempo de interação dos participantes quando usam o mapa em 2D ou com o 3D STC, para todas as configurações das tarefas.

4.2.4 Coerência das classificações

Para calcular esta variável, compararam-se as classificações dadas aos jogadores pelo participante do estudo, depois de analisarem, sem saberem, os mesmos dados da partida no VisLoL e na página web. Os resultados foram categorizados em três grupos, dependendo se o participante deu uma avaliação mais alta, baixa ou igual na página web e no VisLoL.

As Figuras 4.6 e 4.7 mostram a distribuição dos resultados nas tarefas de *associação* e de *comparação*, respetivamente, tendo em conta as diferentes configurações de análise (TA).

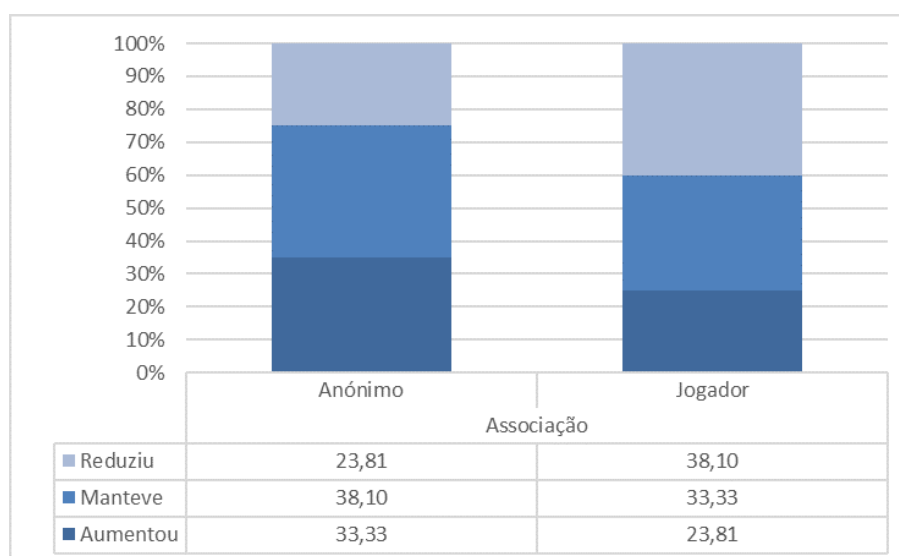


Figura 4.6: Distribuição dos participantes que reduziram, mantiveram ou aumentaram a classificação do jogador, depois de visualizar os dados com ambas as aplicações, na tarefa de *associação*.

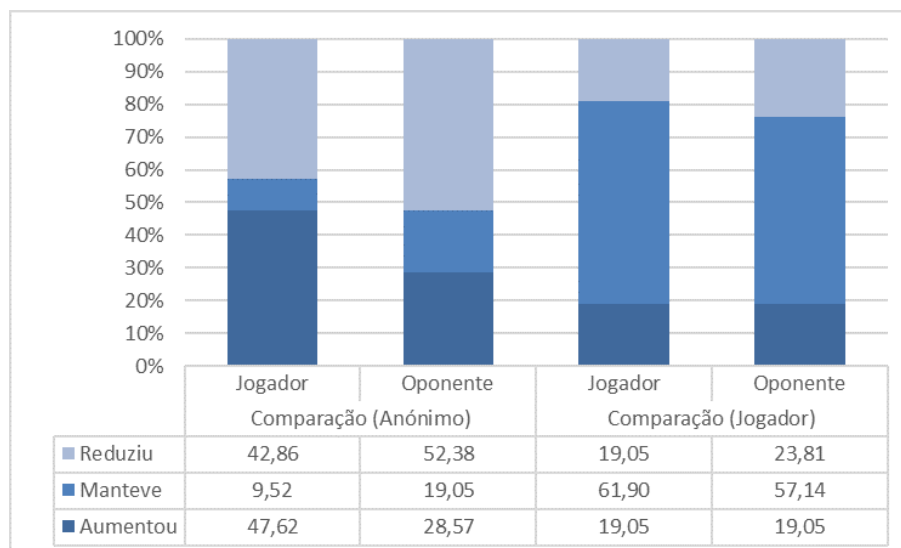


Figura 4.7: Distribuição dos participantes que reduziram, mantiveram ou aumentaram a classificação do jogador, depois de visualizar os dados com ambas as aplicações, na tarefa de *comparação*.

Apesar dos resultados poderem ser considerados *inconclusivos* na tarefa de *associação*, na tarefa de *comparação*, os mesmos sugerem que, após a análise com as duas aplicações, uma maior percentagem de participantes alterou as suas classificações (para ambos os jogadores da partida) quando não sabia que um dos jogadores que estava a ser avaliado era o próprio. Em comparação, quando os participantes tinham conhecimento prévio de que estavam a visualizar os seus próprios dados, a maioria manteve a classificação dada (para ambos os jogadores).

4.2.5 Coerência das decisões

Para calcular esta variável, primeiro foram comparadas as classificações dadas a ambos os jogadores pelos participantes. Depois, conferiram-se os resultados baseados no tipo de aplicação usada (i.e., o VisLoL ou a página web oficial).

A Figura 4.8 ilustra a coerência das decisões tomadas. Em particular, os resultados sugerem que, independentemente de saberem ou não se os dados pertencem ao próprio, 80% dos participantes que consideraram o desempenho de um jogador superior ao do oponente no VisLoL mantiveram a sua opinião ao usar a página web.

4.3 Discussão dos Resultados

Apesar do reduzido número de participantes no estudo de usabilidade, os resultados quantitativos obtidos, assim como, os comentários subjetivos dos participantes destacam alguns aspetos relevantes relativamente ao protótipo VisLoL, os seus componentes, e a forma como os participantes utilizaram esta ferramenta.

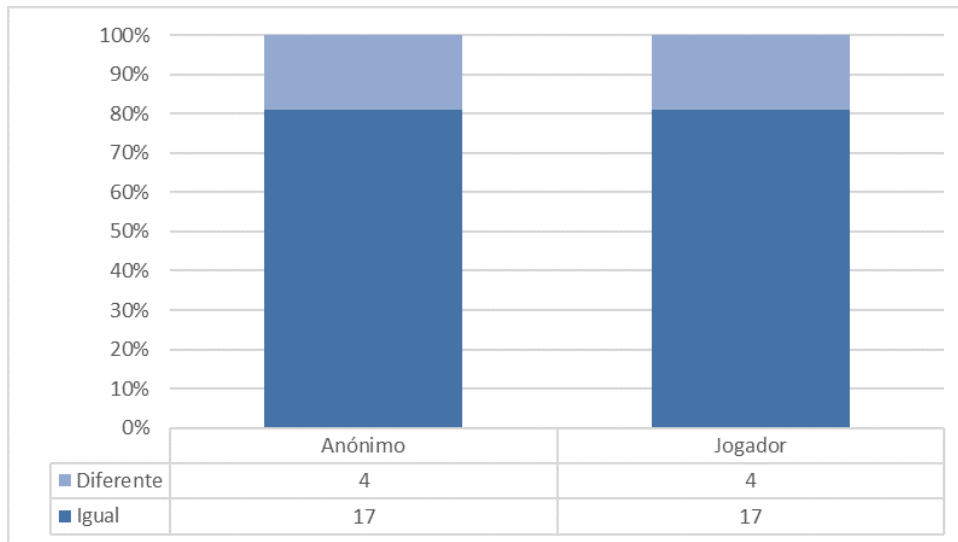


Figura 4.8: Distribuição da coerência dos participantes ao julgarem um jogador melhor que o outro na tarefa de *comparação*.

Em termos de tempos de finalização das tarefas, os resultados sugerem que os utilizadores demoraram mais tempo a analisar a informação com o VisLoL, comparativamente à página web oficial da *Riot Games*, particularmente, ao comparar dados de diferentes jogadores. Estes resultados eram esperados visto que, para além da falta de familiaridade com a aplicação, comparativamente com a página web, o protótipo VisLoL encorajou os utilizadores a interagirem mais com os dados (por exemplo, fazer *zoom* no mapa ou operações de rotação da vista), comparativamente a páginas web comuns que se limitam a apresentar estatísticas gerais.

Contudo, apesar de demorarem mais tempo a comparar o desempenho de diferentes jogadores com o VisLoL, as decisões dos participantes em termos de quem teve um melhor desempenho foram geralmente as mesmas, independentemente da aplicação.

Tendo em conta apenas estes resultados, poderia ser sugerido que o VisLoL era a pior alternativa e que não fornecia qualquer valor adicional às análises. No entanto, o estudo dos comentários dos participantes, as suas estratégias, e as restantes métricas utilizadas nas tarefas de *associação* e *comparação* indicam o contrário.

Com as duas aplicações, os participantes tentaram usar métricas semelhantes, incluindo: **KDA** (Kills/Deaths/Assists - i.e., número de mortes de adversários, as próprias mortes e as assistências nas mortes dos oponentes), **conquista de objetivos** (i.e., a destruição de pontos de interesse que beneficiam a equipa do jogador), ou o **farming do jogador** (i.e., a habilidade de adquirir recursos e experiência mais rapidamente que os outros jogadores numa partida). Todavia, a forma como as métricas foram utilizadas diferiu conforme a aplicação. Ao utilizarem a página web, os participantes focaram-se, principalmente, em comentar os valores das várias métricas apresentadas no final de uma partida, raramente tendo em conta a evolução temporal dos valores das mesmas. Com

base nessa informação, alguns utilizadores sugeriam algumas hipóteses para explicar os resultados de uma partida. Em contrapartida, ao utilizarem o VisLoL, os participantes geralmente comentaram não só a evolução das várias métricas ao longo do tempo mas, também, e mais importante, a sua distribuição espacial. Ao usarem a página web, os participantes tentaram, de um ponto de vista geral, levantar hipóteses sobre os detalhes do jogo. Por outro lado, ao utilizarem o VisLoL, a maioria dos participantes tentou "contar uma história", para descrever o estado da partida durante a fase inicial (aproximadamente, até aos primeiros 10 minutos da partida), a fase intermédia (aproximadamente, até aos 20 minutos da partida) e a fase final (que dura até ao final da partida).

Tendo em conta o estilo visual e os componentes do protótipo VisLoL, fez sentido que os participantes dessem uma maior importância aos dados espaço-temporais apresentados quando analisavam a informação. No entanto, é interessante que, apesar de alguma informação apresentada no VisLoL estar também disponível na página web (por exemplo, uma *timeline* a descrever os eventos importantes e um mapa com a distribuição espacial das mortes dos jogadores), esses detalhes não foram usados pelos participantes para justificar as suas avaliações.

Consequentemente, no final da experiência, todos os participantes mostraram interesse no VisLoL, respondendo que gostariam de ter as funcionalidades do VisLoL presentes nas páginas web que já usam para analisar o seu desempenho. Alguns participantes justificaram esta preferência por considerarem a informação espaço-temporal apresentada útil e apelativa, juntamente com o facto de que as de visualizações utilizadas permitiram, não só aprender o que aconteceu durante uma partida, mas também perceber a razão pela qual determinada situação ocorreu durante o jogo.

Por outro lado, a análise dos restantes resultados destaca como os participantes utilizaram o VisLoL para a finalização das várias tarefas.

Em termos de tempo de finalização das tarefas, nas tarefas de *identificação* os resultados apontam para um melhor desempenho por jogadores com um *ranking* mais alto no jogo. Este resultado faz sentido, pois é plausível assumir que os jogadores com um *ranking* mais alto estão mais familiarizados tanto com o mapa, como com os conceitos associados ao jogo.

Naturalmente, este detalhe não garante que o utilizador tenha necessariamente uma experiência significativa em termos de análise de dados e visualização, mas pode fornecer um conhecimento do domínio adicional, relativamente à deteção de informação.

Em termos de rácio de interação com os componentes, na tarefa de *identificação* os resultados demonstram uma utilização mais significativa com o mapa, comparativamente à *timeline*. Este resultado era expectável, devido às restrições espaciais associadas com a tarefa. Por outro lado, as tarefas de *associação* e de *comparação* eram mais *livres*, o que permitiu aos participantes consultar para mais informação, que não era limitada a fatores espaciais. Não obstante, a falta de evidência empírica em mostrar um uso mais elevado

de um componente em particular sugere que os participantes consideraram necessário interagir com ambos (mapas e *timelines*) para extrair informação.

Em termos de rácio de tempo gasto no modo de mapa, os resultados mostram que, nas tarefas de *associação* e de *comparação*, os participantes usaram principalmente a vista do mapa em 2D, em vez da 3D STC. Este resultado está de acordo com os resultados de estudos anteriores que sugerem que os utilizadores preferem os mapas em 2D comparativamente a 3D STCs [20].

Por observação direta das ações dos participantes e da análise dos ficheiros de registos de interação, identificaram-se 3 estratégias de alto nível usadas para extrair informação do VisLoL durante as várias tarefas:

- **Mapa 2D + *timeline***: alguns utilizadores evitaram, simplesmente, usar o componente STC, e focaram a sua interação no mapa 2D e na *timeline*. Uma possível justificação para este comportamento foi o facto de que, por omissão, o mapa era apresentado ao utilizador na vista em 2D no início da tarefa. Para além disso, a familiarização com este tipo de representação pode também ter levado a que os participantes não considerassem necessário mudar para uma diferente vista. De facto, alguns utilizadores justificaram a pouca interação com o componente STC devido à semelhança do mapa 2D do protótipo com o do jogo.
- **Mapa 2D seguido do STC**: Por outro lado, alguns participantes evitaram por completo o uso do componente da *timeline*. Nestes cenários, depois de obterem uma vista geral dos dados na vista 2D, os participantes mudavam a vista para o 3D STC de maneira a, obterem uma informação mais detalhada dos eventos em termos espaciais e temporais. Alguns dos participantes justificaram este comportamento ao comentar que a vista do STC permitia que estes compreendessem a evolução da posição do jogador no tempo e no espaço, assim como o impacto que tiveram na partida;
- ***Timeline* seguido do mapa 2D e o STC**: Em alternativa, alguns participantes utilizaram o componente da *timeline* e o *slider* temporal disponível para guiar a análise, na visualização do mapa. Mais especificamente, os participantes limitavam a quantidade de informação visível numa janela de tempo, ou selecionavam eventos específicos da partida e depois visualizavam/interagiam com a informação através do mapa em 2D ou na vista 3D do STC.

Finalmente, os resultados deste estudo sugerem também que o conhecimento da origem dos dados por parte dos participantes pode ter um efeito sobre a análise. Durante as tarefas de *associação* e de *comparação*, quando os utilizadores eram informados que os dados apresentados pertenciam a uma das suas partidas, alguns participantes mencionaram que estavam a tentar lembrar-se da partida em questão. Num contexto semelhante,

a análise dos resultados em termos da coerência das classificações dadas pelos participantes, sugere que houve uma tendência maior em manter as mesmas respostas, de uma aplicação para a outra.

Esta última observação é particularmente interessante, visto que sugere uma possível influência sobre a avaliação do participante. Devido ao reduzido número de participantes, é difícil avaliar a amplitude do efeito sobre os utilizadores quando estes sabem que estão a analisar os seus próprios dados. Contudo, é plausível assumir que, ao saberem que estavam a analisar os seus próprios dados, os participantes podem ter sido indiretamente motivados a uma análise mais assertiva. Ainda mais importante, este resultado enfatiza o interesse, ou até mesmo a necessidade, de jogadores *normais* entenderem/analisarem os seus próprios dados espaço-temporais.

Capítulo 5

Conclusão e Trabalho Futuro

O trabalho apresentado nesta dissertação focou-se na visualização de dados espaço-temporais, na área da análise de videojogos. Em particular, centrou-se na população não experiente, em termos de visualização e análise de dados, mas com motivos pessoais no contexto dos dados sob análise.

Devido à popularidade e *antiguidade* do jogo, escolheu-se o *League of Legends* como caso de estudo. Construiu-se o protótipo VisLoL para representar as trajetórias dos jogadores e os eventos mais relevantes no decorrer de uma partida. Para tal, o protótipo recorre a uma técnica de visualização que permite o utilizador escolher entre uma vista de mapa 2D ou uma vista de um cubo espaço-temporal 3D (STC), juntamente com uma *timeline* que apresenta a evolução temporal dos dados. Compararam-se os diferentes tipos de estratégias/métricas usados para avaliar o desempenho de um jogador com o protótipo e com o *match-history*, uma página web oficial do jogo, fornecida pela equipa de desenvolvimento do mesmo. Também foi tido em consideração o conhecimento que os participantes tinham sobre a origem dos dados a serem analisados, i.e., se o utilizador sabia ou não se os dados pertenciam ao mesmo.

Os resultados sugerem que os jogadores *normais*, que geralmente não têm experiência com a análise de dados, estão interessados em visualizar os dados espaço-temporais associados às suas partidas. De facto, a visualização desta informação pode levar a que os jogadores invistam mais tempo a analisar os dados e a chegar a conclusões semelhantes aquelas obtidas com ferramentas já existentes. Contudo, a visualização pode também ajudá-los a entenderem melhor as suas ações, quando e onde tiveram mais impacto e, não apenas perceber o que aconteceu durante uma partida, mas também compreender o motivo para um determinado evento ter acontecido.

O estudo de usabilidade efetuado permitiu analisar a forma como os utilizadores não experientes interagem com as técnicas de visualização cartográficas para dados espaço-temporais, particularmente mapas 2D e STCs em 3D. Os resultados sugerem que ambas as técnicas podem, de facto, ser usadas por este tipo de população como uma forma adequada para representar as trajetórias e os eventos dos jogadores.

Vários participantes mostraram interesse na técnica STC, especialmente na sua habilidade de apresentar a informação espacial e temporal ao mesmo tempo; no entanto, mostraram ainda assim uma maior preferência pela abordagem mais comum, o mapa 2D, como o principal componente de visualização.

Finalmente, os resultados também sugerem um possível efeito sobre a análise quando os jogadores têm conhecimento de que estão a visualizar os seus próprios dados; não necessariamente em termos de precisão e imparcialidade (e.g., serem mais tolerantes com os seus próprios erros), mas em termos de assertividade e, presumivelmente, interesse. Estes resultados reforçam então a necessidade e possíveis desafios em apresentar dados (complexos) pessoais de jogos a jogadores *normais*.

Apesar destes resultados, é necessário ter em consideração o tamanho reduzido da amostra para o estudo de usabilidade, pelo que, mesmo conseguindo concluir aspetos relevantes na área de visualização pessoal e na análise visual de jogos, mais estudos deverão ser elaborados. Como trabalho futuro, deve-se continuar a estudar a problemática de representação de dados espaço-temporais baseados em jogos para os jogadores, através de: técnicas de visualização de mapas diferentes das que foram abordadas no protótipo VisLoL, tais como mapas animados para ajudar os jogadores a entender padrões de movimentos e eventos dentro do jogo; e abordar problemas mais complexos de representação, nomeadamente, ao envolver informação de mais jogadores e eventos do jogo. Ademais, um estudo sobre os possíveis efeitos do investimento pessoal dos jogadores sobre a análise de dados também pode ser considerado no futuro, de maneira a comparar e validar os resultados obtidos desta investigação.

Apêndice A

Questionário

Section 1 of 3

MOBA Information Survey

Form description

Do you play MOBAs? If so, which ones? *

- League of Legends
- DOTA 2
- Heroes of the Storm
- SMITE
- Other...

How often do you play? *

- Daily
- Weekly
- Monthly
- Rarely

If applicable, what is your rank? Short answer

Short-answer text

Required

MOBA Information Survey

*Required

In-game behaviour

While playing, how important do you consider the following factors? *

	Not Important	Slightly	Moderately Important	Important	Very Important	I don't know
Your position	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Team position	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Enemy team position	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Minions' position	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Position of neutral creatures (e.g. jungle and/or boss creatures)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ward and/or deployable position	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Path taken from one point to another	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Expected time of spawn from specific objectives (e.g. jungle camps, boss creatures)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Rate your agreement with the following sentence: *

	Strongly disagree	Disagree	I'm indifferent	Agree	Strongly agree
When a jungle camp is available, I expect my jungler to be there.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
During a match, a good player travelled the entire map.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I always expect me and/or my team to properly ward the jungle.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I expect players to move differently in early/mid/end-game	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I pay more attention to the positioning of my team than the positioning of the enemy team.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
The positioning of supports is usually more important than those of other roles.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
The positioning of adcs is usually more important than those of other roles.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
The positioning of mids is usually more important than those of other roles.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
The positioning of tops/solos/bruise is usually more important than those of other roles.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
The positioning of junglers is usually more important than those of other roles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

BACK

NEXT

Page 2 of 3

MOBA Information Survey

*Required

Outside of game behaviour

Do you visit any sites or use any applications that report your performance on MOBAs? *

- YES
- NO

If you replied YES to the previous question, which sites or applications do you use to check your performance?

Your answer

What type of information do you seek when you visit those sites?

- Kill/Death/Assist Ratio
- Kill participation
- Champions/Heroes/... Win Ratio
- Character/Game mode Builds
- Gold earned during matches
- Damage suffered from enemy champions/heroes/... during matches
- Damage dealt to enemy champions/heroes/... during matches
- Map control
- When specific events happened (e.g. destroying towers, player deaths, etc...)
- Other: _____

Do you watch match replays and/or streams? *

YES

NO

If you answered YES to the previous question, what information do you seek when viewing match replays?

Not much, just kill some time

Character Builds

Jungle/Lane Routes (i.e., which path to take from one place to the other)

Player/Team Strategies

Player/Team Positioning

Other: _____

What type of information would you like to see and or is not clear to you with the current tools available?

Your answer _____

BACK

SUBMIT

Page 3 of 3

Bibliografia

- [1] Fatemeh Amini, Sébastien Ruffange, Zahid Hossain, Quentin Ventura, Pourang Irani, and Michael J McGuffin. The impact of interactivity on comprehending 2d and 3d visualizations of movement data. *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, 21(1):122–135, 2015.
- [2] Gennady Andrienko, Natalia Andrienko, Urska Demsar, Doris Dransch, Jason Dykes, Sara Irina Fabrikant, Mikael Jern, Menno-Jan Kraak, Heidrun Schumann, and Christian Tominski. Space, time and visual analytics. *International Journal of Geographical Information Science*, 24(10):1577–1600, 2010.
- [3] Gennady Andrienko, Natalia Andrienko, Peter Bak, Daniel Keim, and Stefan Wrobel. *Visual analytics of movement*. Springer Science & Business Media, 2013.
- [4] Natalia Andrienko and Gennady Andrienko. *Exploratory analysis of spatial and temporal data: a systematic approach*. Springer Science & Business Media, 2006.
- [5] Natalia Andrienko, Gennady Andrienko, and Peter Gatalsky. Exploratory spatio-temporal visualization: an analytical review. *Journal of Visual Languages & Computing*, 14(6):503–541, 2003.
- [6] Jacques Bertin. *Semiology of graphics: diagrams, networks, maps*. University of Wisconsin press, 1983.
- [7] Alina Bialkowski, Patrick Lucey, Peter Carr, Yisong Yue, and Iain Matthews. Win at home and draw away”: automatic formation analysis highlighting the differences in home and away team behaviors. In *Proceedings of 8th Annual MIT Sloan Sports Analytics Conference*, 2014.
- [8] Inc. Blizzard Entertainment. Starcraft. <http://us.battle.net/sc2/en/>, 1998.
- [9] Inc. Blizzard Entertainment. World of warcraft. <https://worldofwarcraft.com/pt-pt/>, 2004.
- [10] Brian Bowman, Niklas Elmquist, and TJ Jankun-Kelly. Toward visualization for games: Theory, design space, and patterns. *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, 18(11):1956–1968, 2012.

- [11] Wingyan Chung, Hsinchun Chen, Luis G Chaboya, Christopher D O’Toole, and Homa Atabakhsh. Evaluating event visualization: a usability study of coplink spatio-temporal visualizer. *International Journal of Human-Computer Studies*, 62 (1):127–157, 2005.
- [12] Urška Demšar and Kirsi Virrantaus. Space–time density of trajectories: exploring spatio-temporal patterns in movement data. *International Journal of Geographical Information Science*, 24(10):1527–1542, 2010.
- [13] Somayeh Dodge, Robert Weibel, and Anna-Katharina Lautenschütz. Towards a taxonomy of movement patterns. *Information visualization*, 7(3-4):240–252, 2008.
- [14] Anders Drachen and Matthias Schubert. Spatial game analytics. In *Game Analytics*, pages 365–402. Springer, 2013.
- [15] Anders Drachen, Matthew Yancey, John Maguire, Derrek Chu, Iris Yuhui Wang, Tobias Mahlmann, Matthias Schubert, and Diego Klabajan. Skill-based differences in spatio-temporal team behaviour in defence of the ancients 2 (dota 2). In *Games Media Entertainment (GEM), 2014 IEEE*, pages 1–8. IEEE, 2014.
- [16] Jason Dykes, AM MacEachren, and MJ Kraak. Facilitating interaction for geovisualization. *Exploring geovisualization*, pages 265–291, 2005.
- [17] Microsoft Studios Ensemble Studios. Age of empires ii: The age of kings. <https://www.ageofempires.com/games/aoeii/>, 1999.
- [18] Riot Games. League of legends. <http://play.na.leagueoflegends.com/>, 2009.
- [19] Kirk Goldsberry. Courtvision: New visual and spatial analytics for the nba. In *2012 MIT Sloan Sports Analytics Conference*, 2012.
- [20] Tiago Gonçalves. Interactive visualization of human trajectory data. Prova de qualificação para doutoramento em informática, Departamento de Informática, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 2014.
- [21] Tiago Gonçalves, Ana Paula Afonso, and Bruno Martins. Improving spatial awareness for human trajectory visualization in space-time cubes. In *Human-Computer Interaction*, pages 327–334. Springer, 2015.
- [22] Tiago Gonçalves, Ana Paula Afonso, and Bruno Martins. Why not both? - Combining 2d maps and 3d space-time cubes for human trajectory data visualization. In *Proceedings of 30th British HCI Conference*. Bournemouth, UK, July 2016.
- [23] Joachim Gudmundsson and Thomas Wolle. Football analysis using spatio-temporal tools. *Computers, Environment and Urban Systems*, 47:16–27, 2014.

- [24] Torsten Hägerstrand. What about people in regional science? *Papers in regional science*, 24(1):7–24, 1970.
- [25] Mark Harrower and Sara Fabrikant. The role of map animation for geographic visualization. *Geographic visualization*, pages 49–65, 2008.
- [26] Sports Interactive. Football manager 2016. <http://www.footballmanager.com/games/football-manager-2017>, 2015.
- [27] Andreas Kjellin, Lars Winkler Pettersson, Stefan Seipel, and Mats Lind. Evaluating 2d and 3d visualizations of spatiotemporal information. *ACM Transactions on Applied Perception (TAP)*, 7(3):19, 2010.
- [28] Menno-Jan Kraak. The space-time cube revisited from a geovisualization perspective. In *Proc. 21st International Cartographic Conference*, pages 1988–1996, 2003.
- [29] Christian Kresse. New records: Riot games announces viewership numbers of the league of legends world championship 2015. <http://esports-marketing-blog.com/league-of-legends-worlds-2015-viewership-numbers/#.V5YL17grKUK>, December 2015.
- [30] Patrick Lucey, Alina Bialkowski, Mathew Monfort, Peter Carr, and Iain Matthews. quality vs quantity: Improved shot prediction in soccer using strategic features from spatiotemporal data. In *Proc. 8th Annual MIT Sloan Sports Analytics Conference*, pages 1–9, 2014.
- [31] Alan M MacEachren, Francis P Boscoe, Daniel Haug, and Linda W Pickle. Geographic visualization: Designing manipulable maps for exploring temporally varying georeferenced statistics. In *Information Visualization, 1998. Proceedings. IEEE Symposium on*, pages 87–94. IEEE, 1998.
- [32] Ferjan Ormeling and Menno-Jan Kraak. *Cartography: Visualization of Spatial Data*. Guilford Press, 2010.
- [33] Christine Parent, Stefano Spaccapietra, Chiara Renso, Gennady Andrienko, Natalia Andrienko, Vania Bogorny, Maria Luisa Damiani, Aris Gkoulalas-Divanis, Jose Macedo, Nikos Pelekis, *et al.* Semantic trajectories modeling and analysis. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 45(4):42, 2013.
- [34] Charles Perin, Romain Vuillemot, and Jean-Daniel Fekete. Soccerstories: A kick-off for visual soccer analysis. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 19(12):2506–2515, 2013.

- [35] Matej Perše, Matej Kristan, Stanislav Kovačič, Goran Vučkovič, and Janez Perš. A trajectory-based analysis of coordinated team activity in a basketball game. *Computer Vision and Image Understanding*, 113(5):612–621, 2009.
- [36] Donna J Peuquet. It’s about time: A conceptual framework for the representation of temporal dynamics in geographic information systems. *Annals of the Association of American Geographers*, 84(3):441–461, 1994.
- [37] Hannah Pileggi, Charles D Stolper, J Michael Boyle, and John T Stasko. Snapshot: Visualization to propel ice hockey analytics. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(12):2819–2828, 2012.
- [38] Gopal Pingali, Agata Opalach, Yves Jean, and Ingrid Carlbom. Visualization of sports using motion trajectories: providing insights into performance, style, and strategy. In *Proceedings of the conference on Visualization’01*, pages 75–82. IEEE Computer Society, 2001.
- [39] Maria Riveiro, Göran Falkman, and Tom Ziemke. Visual analytics for the detection of anomalous maritime behavior. In *Information Visualisation, 2008. IV’08. 12th International Conference*, pages 273–279. IEEE, 2008.
- [40] Robert E Roth. Interactive maps: What we know and what we need to know. *Journal of Spatial Information Science*, 2013(6):59–115, 2013.
- [41] Dominik Sacha, Manuel Stein, Tobias Schreck, Daniel A Keim, Oliver Deussen, et al. Feature-driven visual analytics of soccer data. In *Visual Analytics Science and Technology (VAST), 2014 IEEE Conference on*, pages 13–22. IEEE, 2014.
- [42] Lin Shao, Dominik Sacha, Benjamin Neldner, Manuel Stein, and Tobias Schreck. Visual-interactive search for soccer trajectories to identify interesting game situations. *Electronic Imaging*, 2016(1):1–10, 2016.
- [43] Toshihiro Tani, H Huang, and Kyoji Kawagoe. Sports play visualization system for american football. In *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*, volume 1, 2015.
- [44] Irina Vasiliev. Mapping time. *Cartographica: The international journal for geographic information and geovisualization*, 34(2):1–51, 1997.
- [45] G Wallner and S Kriglstein. Visualization-based analysis of gameplay data—a review of literature. *Entertainment Computing*, 4(3):143–155, 2013.
- [46] Xinyu Wei, Long Sha, Patrick Lucey, Stuart Morgan, and Sridha Sridharan. Large-scale analysis of formations in soccer. In *Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA), 2013 International Conference on*, pages 1–8. IEEE, 2013.

- [47] Jacob O Wobbrock, Leah Findlater, Darren Gergle, and James J Higgins. The aligned rank transform for nonparametric factorial analyses using only anova procedures. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 143–146. ACM, 2011.
- [48] Yu Zheng, Xing Xie, and Wei-Ying Ma. Geolife: A collaborative social networking service among user, location and trajectory. *IEEE Data Eng. Bull.*, 33(2):32–39, 2010.