



**Universidade Federal de Uberlândia
Instituto de Matemática e Estatística**

Bacharelado em Estatística

**ANÁLISE MULTIVARIADA APLICADA
A E-SPORTS NO CENÁRIO
COMPETITIVO DE LEAGUE OF
LEGENDS**

Pedro Augusto Garcia Santos

Uberlândia-MG

2024

Pedro Augusto Garcia Santos

**ANÁLISE MULTIVARIADA APLICADA
A E-SPORTS NO CENÁRIO
COMPETITIVO DE LEAGUE OF
LEGENDS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Estatística como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Estatística.

Orientadora: Mirian Fernandes Carvalho Araújo

**Uberlândia-MG
2024**



**Universidade Federal de Uberlândia
Instituto de Matemática e Estatística**

Coordenação do Curso de Bacharelado em Estatística

A banca examinadora, conforme abaixo assinado, certifica a adequação deste trabalho de conclusão de curso para obtenção do grau de Bacharel em Estatística.

Uberlândia, _____ de _____ de 20_____

BANCA EXAMINADORA

Mirian Fernandes Carvalho Araújo

Lúcio Borges de Araújo

Pedro Franklin Cardoso Silva

**Uberlândia-MG
2024**

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus mais sinceros agradecimentos a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso. Primeiramente, agradeço profundamente aos professores do Ensino Fundamental e Médio que, com dedicação e paixão pelo ensino, despertaram meu interesse e aptidão pela matemática, reforçando meu gosto pela matéria ao longo do tempo. Em especial, agradeço aos professores Valdete, Luzia, Hamilton, Wisney e Carlos, cujo apoio e incentivo foram fundamentais ao longo da minha trajetória escolar.

Expresso minha gratidão à minha avó, Eva Sônia, que, desde o meu ensino fundamental, vislumbrou a possibilidade de minha admissão na Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e, com seu apoio incondicional, tornou esse sonho realidade. Agradeço também à minha tia Kátia, cuja colaboração foi essencial para que eu pudesse me manter focado e comprometido durante todo o período da graduação. Agradeço à minha família em Uberlândia, que me recebeu de braços abertos e me incentivou constantemente a perseguir meus objetivos acadêmicos e pessoais. À minha mãe, Kênia; aos meus irmãos, João Vitor e Paulo Henrique; e ao meu pai, Ismael, que, mesmo à distância, sempre fizeram parte da minha história e me apoiaram desde os primeiros passos.

Não poderia deixar de mencionar meus amigos, especialmente Diego Gomes, com quem compartilhei o sonho da graduação desde o ensino médio. Agradeço também ao Programa de Educação Tutorial (PET) Estatística por proporcionar um ambiente de aprendizado enriquecedor e colaborativo, onde me desenvolvi tanto como pessoa quanto profissionalmente.

Minha gratidão se estende à UFU por todo o suporte oferecido durante minha graduação. Aos professores que fizeram parte da minha trajetória, meu sincero obrigado, por apresentarem conceitos tão interessantes a cada semestre, aumentando ainda mais a minha paixão pelo curso. Agradeço também aos meus amigos e colegas de curso que fizeram parte dessa jornada.

No universo dos eSports, sou grato a todos que me auxiliaram nos primeiros passos no League of Legends. No breve contato que tive na LOUD, e posteriormente Fluxo e Vivo Keyd. Agradeço ao Cabral, Hypno, Natal, Robert (Kira) e Erickão por incentivarem e fomentarem ideias para o projeto.

Por fim, agradeço à minha filha, Alicia Victoria, e à minha companheira, Tâmila, que estiveram presentes e me apoiaram nos momentos finais da graduação, oferecendo a compreensão e a motivação indispensáveis para a conclusão deste ciclo.

A todos vocês, meu muito obrigado.

RESUMO

Os jogos têm sido parte integrante da história da humanidade, evoluindo de simples formas de entretenimento para esportes altamente competitivos e reconhecidos socialmente. Com o avanço tecnológico, modalidades digitais, como os e-sports, ganharam destaque, especialmente após a inclusão dos Jogos Olímpicos de Esportes Eletrônicos pelo Comitê Olímpico Internacional em 2023. Este estudo investiga a aplicação de técnicas de análise multivariada, especificamente análise de componentes principais (ACP) e análise de agrupamentos, para identificar padrões de estilo de jogo em equipes de League of Legends (LoL), um jogo do gênero MOBA (Multiplayer Online Battle Arena). Utilizou-se dados das principais ligas mundiais de LoL em 2023, categorizando variáveis em aspectos individual, coletivo, estratégico, de confronto e de recursos. Após o tratamento e a análise dos dados com o software R, a ACP permitiu a redução da dimensionalidade e a criação de componentes principais que capturam a variabilidade das performances das equipes. A análise de agrupamentos, utilizando a distância euclidiana e o método Ward.D2, identificou cinco grupos distintos de estilos de jogo. Os resultados revelam características específicas de cada cluster, como prioridades em objetivos, vantagens em recursos e estratégias de controle de wards, que podem auxiliar comissões técnicas na definição de estratégias, na análise de adversários e na seleção de jogadores alinhados aos estilos de jogo predominantes. As conclusões destacam a relevância da estatística na otimização das decisões no cenário competitivo dos e-sports, proporcionando ferramentas valiosas para o desenvolvimento e aprimoramento das equipes. Este estudo contribui para a compreensão aprofundada dos fatores que influenciam o desempenho das equipes de LoL, oferecendo insights que podem ser aplicados para melhorar a eficiência e a competitividade no âmbito dos e-sports.

Palavras-chave: Esportes Eletrônicos, Análise de Desempenho, Clusterização, Análise de Componentes Principais, League of Legends.

ABSTRACT

Games have been an integral part of human history, evolving from simple forms of entertainment to highly competitive and socially recognized sports. With technological advancements, digital modalities such as e-sports have gained prominence, particularly following the inclusion of Electronic Sports in the Olympic Games by the International Olympic Committee in 2023. This study explores the application of Multivariate Analysis techniques, specifically Principal Component Analysis (PCA) and cluster analysis, to identify patterns in gameplay styles among teams of League of Legends (LoL), a Multiplayer Online Battle Arena (MOBA) game. Data from major global LoL leagues in 2023 were utilized, categorizing variables into individual, collective, strategic, confrontation, and resource-related aspects. Using R software for data processing and analysis, PCA was employed to reduce dimensionality and create principal components that capture the variability in team performances. Cluster analysis, utilizing Euclidean distance and the Ward.D2 method, identified five distinct groups of gameplay styles. The results reveal specific characteristics for each cluster, such as prioritization of objectives, resource advantages, and ward control strategies, which can aid technical committees in defining strategies, analyzing opponents, and selecting players aligned with predominant gameplay styles. The conclusions emphasize the importance of statistical methods in optimizing decision-making within the competitive e-sports landscape, providing valuable tools for the development and enhancement of teams. This study contributes to a deeper understanding of the factors influencing team performance in LoL, offering insights that can be applied to improve efficiency and competitiveness in the realm of e-sports.

Keywords: Electronic Sports, Performance Analysis, Clustering, Principal Component Analysis, League of Legends..

SUMÁRIO

Lista de Figuras	I
Lista de Tabelas	II
1 Introdução	1
2 Desenvolvimento	3
3 Metodologia	7
4 Resultados	12
4.1 Componentes Individuais	12
4.2 Componentes Coletivos	14
4.3 Componentes de Confrontos	15
4.4 Componentes de Recursos	17
4.5 Componentes Estratégicos	18
4.6 Análise de Agrupamentos	19
4.7 Resumo dos Componentes	21
5 Conclusões	24
Referências Bibliográficas	25

LISTA DE FIGURAS

2.1	Mapa de Summoner's Rift — Foto: Reprodução / Riot Games	3
4.1	Mapa de Calor dos Loadings dos Componentes Individuais - Parte 1	12
4.2	Mapa de Calor dos Loadings dos Componentes Individuais - Parte 2	13
4.3	Mapa de Calor dos Loadings dos Componentes Coletivos	14
4.4	Mapa de Calor dos Loadings dos Componentes de Confrontos - Parte 1	15
4.5	Mapa de Calor dos Loadings dos Componentes de Confrontos - Parte 2	16
4.6	Mapa de Calor dos Loadings dos Componentes de Recursos	17
4.7	Mapa de Calor dos Loadings dos Componentes Estratégicos	18
4.8	Dendrograma da Análise de Agrupamentos com 6 Clusters	19
4.9	Mapa de Calor do Resumo das Variáveis por Cluster	21

LISTA DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO

Os jogos têm presença na história desde os primórdios da humanidade, abrangendo desde jogos de tabuleiro, como o Senet no antigo Egito [4], até disputas atléticas na Grécia Antiga, servindo tanto para entretenimento quanto para a competitividade. Ao longo do tempo, muitos jogos se adaptaram e expandiram, levando à profissionalização de atletas e à organização de torneios, além de obterem reconhecimento cultural e social, tornando-se esportes tradicionais praticados mundialmente. No entanto, cada país ainda mantém suas particularidades regionais e culturais, como o Brasil com o Futebol, os Estados Unidos com o Basquete, Futebol Americano e Beisebol, a China com o Tênis de Mesa, o Quênia como o Atletismo, e a Islândia com o Handebol, entre outros.

A importância dos jogos e de sua evolução como esportes vai além da competitividade e do entretenimento, impactando positivamente diferentes áreas da vida cotidiana, tais como:

- Bem-estar: Após um longo dia de trabalho, é comum optar por jogar um jogo de tabuleiro com a família ou praticar uma caminhada, visando aliviar a tensão após uma rotina estressante.
- Desenvolvimento físico: A prática esportiva pode ter como meta o ganho de massa muscular, o emagrecimento ou simplesmente a manutenção da forma física, ajudando a combater o sedentarismo.
- Desenvolvimento mental: A prática de jogos de tabuleiro, como o xadrez, de atividades físicas, como o tênis de mesa, e até de jogos de console, como Super Mario, estimula a estratégia e o raciocínio.
- Aspecto social: Jogos em grupo, como basquete, vôlei e beisebol, promovem a interação e a coletividade. Além disso, eventos importantes como a Copa do Mundo de Futebol e as Olimpíadas geram comoção nacional, unindo pessoas em torno de suas seleções, superando diferenças.
- Educação: Jogos como caça-palavras, jogo da memória e dominó incentivam o aprendizado de forma lúdica e envolvente.

Dado o impacto dos jogos em diferentes esferas da vida, surge a pergunta: quando um jogo se torna um esporte? Um jogo se transforma em esporte quando se populariza e se torna competitivo a ponto de surgirem ligas, associações ou federações que estabelecem regras oficiais para a modalidade, organizam competições e promovem o desenvolvimento do jogo. Assim, o jogo evolui para um esporte, como ocorreu com o Futebol e o Atletismo, entre outros.

Com os avanços tecnológicos e a disseminação de dispositivos como computadores, celulares e consoles, jogos que antes eram exclusivamente físicos, como os de tabuleiro ou atividades como

a corrida, agora também são jogados de forma digital. Clássicos como Super Mario Bros e Final Fantasy, lançados na década de 1990 junto com o console Super Nintendo, até lançamentos mais modernos como Counter Strike, League of Legends (LoL), Pro Evolution Soccer, Free Fire e Minecraft, conquistaram uma legião de fãs ao longo das gerações.

Entretanto, alguns desses jogos também alcançaram status competitivo, e, especialmente após a pandemia de COVID-19, houve um grande crescimento no mercado de esportes digitais, conhecidos popularmente como e-sports.

A notoriedade desse crescimento foi tão significativa que o COI (Comitê Olímpico Internacional) anunciou e realizou, em 2023, os primeiros Jogos Olímpicos de Esportes Eletrônicos de forma presencial, sendo que o primeiro evento havia ocorrido virtualmente em 2021 durante a pandemia de COVID-19, segundo reportagem do Globoesporte [3].

Embora as modalidades aceitas pela organização não incluíssem os jogos mais populares, já que foram permitidos apenas jogos relacionados a esportes e atividades reais, como Chess.com (Xadrez), Gran Turismo (Automobilismo), Just Dance (Dança), entre outros, esse foi um grande avanço para o cenário dos e-sports. Por outro lado, os Jogos Olímpicos Asiáticos já incluem outras modalidades, como LoL, DotA 2, FIFA e Street Fighter V, que foram excluídas pelo COI.

Onde há jogadores e competitividade, surgem também conceitos como estratégia, performance, tática e técnica. Com a Era dos Dados, é possível coletar, mensurar e interpretar uma grande quantidade de informações relevantes, proporcionando vantagens competitivas para equipes e competidores, otimizando sua performance tanto dentro quanto fora do jogo. Nesse contexto, o uso da estatística torna-se imprescindível.

Existem inúmeras formas pelas quais a estatística pode auxiliar na otimização das decisões nos esportes: mensuração da eficácia de estratégias, análise do impacto da saúde mental na performance dos atletas, prospecção de jogadores potenciais para contratações de baixo custo, entre outras. Contudo, este trabalho focará na análise estratégica e descritiva das equipes.

Portanto, este estudo visa aplicar técnicas de análise multivariada em um jogo do gênero MOBA (Multiplayer Online Battle Arena), buscando identificar padrões de estilo de jogo entre as equipes com base em variáveis que descrevem suas características. A partir da semelhança entre os times, será possível formar grupos de estilos de jogo, analisando o que as equipes de um mesmo grupo têm em comum e como esses grupos diferem entre si.

Assim, será possível analisar descritivamente o confronto entre os grupos, verificando, por exemplo, se há um tipo de estilo de jogo que predomina sobre outro, ajudando a identificar qual estilo de jogo é mais eficiente de maneira geral e em confrontos diretos, auxiliando nas decisões das comissões técnicas.

2. DESENVOLVIMENTO

Em jogos do gênero MOBA é muito importante a fase de escolha do campeão/herói (personagem do competidor) que cada jogador vai utilizar, pois ela vai moldar a posição e estratégia de cada um e de seu respectivo time ao longo da partida, antes mesmo dela começar. Nesse tipo de jogo, tem-se o confronto entre dois times de 5 jogadores no mapa Summoner's Rift (Figura 2.1), que tem como objetivo final destruir a última torre do inimigo (nexus), sendo que nesse período há várias outras dinâmicas e objetivos que acontecem simultaneamente.

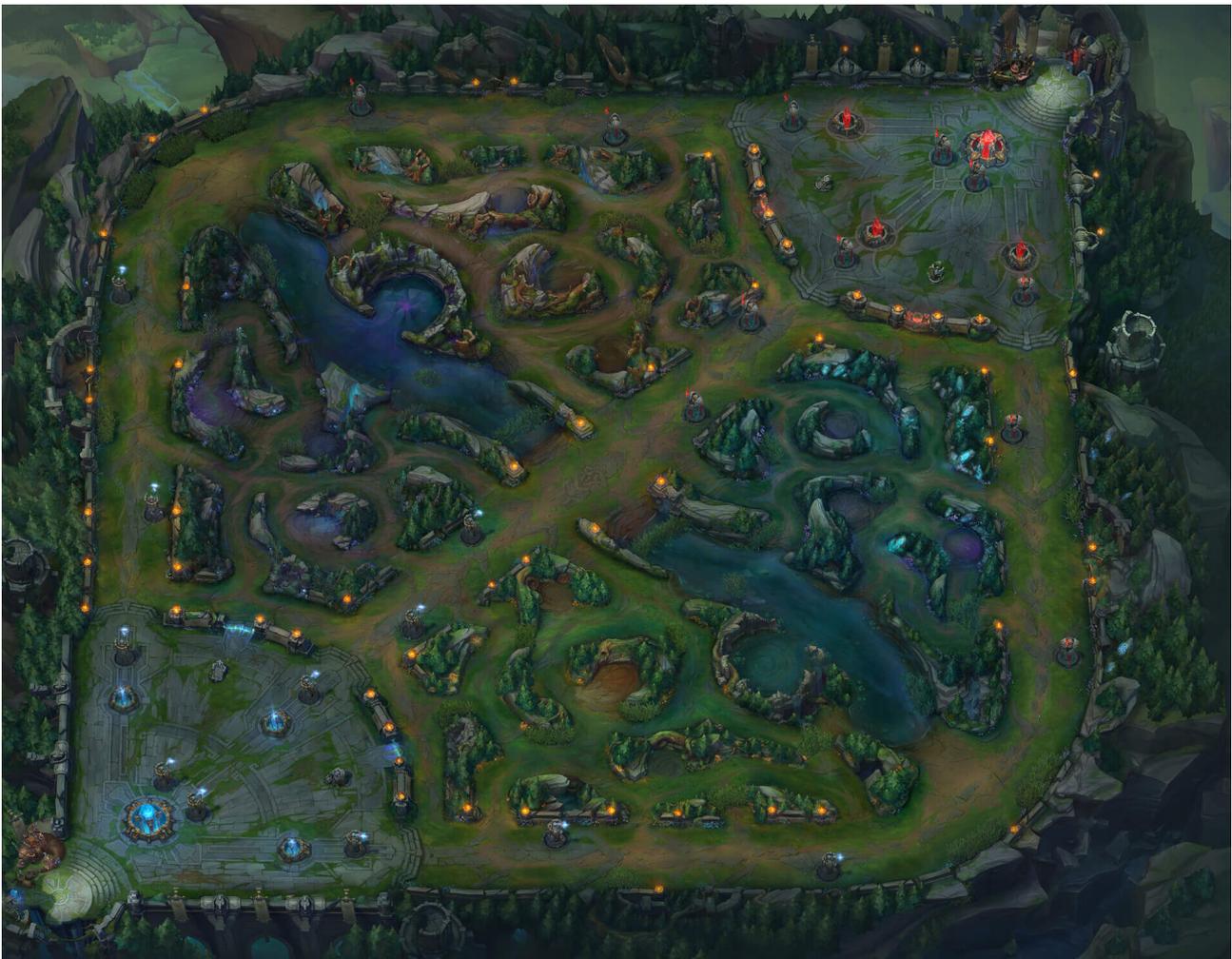


Figura 2.1: Mapa de Summoner's Rift — Foto: Reprodução / Riot Games

Contudo, vencer uma partida pode não ser tão fácil, uma vez que há mais de 140 campeões

diferentes, deixando qualquer jogador experiente com bastante dor de cabeça, recheado de opções e dúvidas sobre qual estratégia escolher. Outra dinâmica de jogo que pode tornar a dificuldade de escolha ainda maior, é a possibilidade de jogadores adversários banirem (excluírem) campeões que as equipes podem escolher. Além disso, cada campeão tem uma “familiaridade” maior com umas das 5 posições do jogo, podendo é claro atuar em outras, mas na maioria das vezes sem a mesma efetividade.

Sendo assim, os grandes protagonistas dessa modalidade são os jogadores e os campeões, mais que isso, será a interação de ambos no jogo, porém uma partida competitiva de LoL não gira em torno apenas desses protagonistas, há outras variáveis bem relevantes e que tornam o jogo ainda mais complexo, como: objetivos que devem ser atingidos, estratégia de draft (análise das combinações das escolhas dos campeões de um time internamente, buscando aumentar a sinergia, além do impacto das escolhas do adversário), fases de tempo, posições do jogo, itens que podem ser comprados para aperfeiçoar habilidades dos próprios personagens etc. Neste trabalho não será abordado sobre todas variáveis, assim serão selecionadas as que são viáveis e mais relevantes para análises posteriores, levando em consideração uma abrangência que contemple a complexidade do jogo.

No mapa Summoner’s Rift ficam posicionadas as bases de cada equipe (equipe azul na parte inferior à esquerda e a equipe vermelha na parte superior à direita) que são conectadas por três caminhos, sendo elas a rota superior, a rota do meio e a rota inferior, e entre elas ficam as selvas. Ao longo dessas rotas ficam dispostas torres de ambos os times, até chegar nas bases, onde se localiza o nexus, última construção que deve ser destruída, definindo a equipe vencedora. Dentro do mapa os jogadores exercem cinco posições distintas que atuam nas diferentes rotas, e por mais que no início pareça ser apenas um confronto individual entre as posições, há uma relevância muito grande na sinergia entre elas. As peculiaridades das posições podem ser discutidas mais detalhadamente posteriormente. Dentro das rotas há a presença de minions (soldados controlados pela Inteligência Artificial) que são enviados periodicamente pelas bases para ajudarem os campeões a destruírem as torres inimigas, sendo que a eliminação dos minions inimigos resulta em acúmulos de ouro (usado para compra de itens para fortalecimento dos personagens ao longo da partida) e experiência (utilizado para aumentar o nível dos campeões e suas habilidades).

Na selva acontece uma dinâmica diferente das demais rotas. Lá não possuem torres e minions, porém há monstros que fornecem recompensas similares aos soldados quando são eliminados. Desses monstros, periodicamente surgem alguns que são mais difíceis de serem eliminados, requisitando a ajuda de outros jogadores da equipe, casos do barão e dragão, e quando um deles é derrotado, todos os jogadores da equipe ganham bônus de habilidades, ouro e experiência, tornando a selva um local muito importante para vencer a partida.

Como destacado anteriormente, em uma partida de League of Legends têm-se 5 posições distintas em que os jogadores podem jogar, onde cada uma delas exige uma característica diferente tanto dos jogadores quanto dos campeões escolhidos. Sendo que os campeões são divididos em 6 categorias: assassinos, atiradores, magos, lutadores, suportes e tanques. A

primeira posição é a mid (meio), onde fica a rota central do mapa, ocupada geralmente por players mais estratégicos, que tendem a ter uma visão geral do jogo uma vez que ele está posicionado de maneira central. Na maioria das vezes a escolha de campeões para essa rota são do estilo mago, mas há outras variações que podem ser feitas com base na estratégia coletiva e individual.

Na parte superior do mapa tem-se a posição top (topo), comumente utilizada por campeões do estilo “tanque” ou “assassino”, que tem como maior característica o combate corpo a corpo. Diferentemente do mid, é uma rota que tem bastante auxílio de outra posição que é a jungler. O jungler tem como objetivo ganhar experiência e ouro em cima de monstros que ficam na selva. Entretanto, eles têm muita importância ajudando as demais posições, uma vez que eles conseguem causar desequilíbrio em cima dos adversários, aplicando 2 contra 1 de forma surpresa em diferentes situações do jogo, considerando a velocidade que ele consegue cumprir seus objetivos na selva, ou até por estratégia definida por cada time.

Na parte de baixo do mapa tem-se duas posições que são complementares por atuarem juntos na rota inferior, que é o suporte e o atirador, os nomes são bem intuitivos para as funções exercidas, onde o suporte é responsável por ajudar o atirador com vida, escudo, velocidade e entre outras habilidades, e o atirador é encarregado por atacar com grande parte do dano a dupla adversária. O jogador que opta pelo suporte consegue tanto utilizar campeões do próprio gênero, quanto variações utilizando "magos" para novas possibilidades de jogadas, os atiradores também têm seu próprio gênero de campeões, que são realmente os mais utilizados. Pode-se perceber que para a rota inferior a importância da sinergia entre a dupla é bem maior em relação as outras posições do jogo, uma vez que em grande parte da partida ambos estão trabalhando juntos.

Deste modo, durante uma partida são produzidas inúmeras variáveis devido a interação entre os jogadores no mapa ao longo do tempo. Sendo assim, a Riot Games disponibiliza uma base de dados bem interessante contendo variáveis que fornecem informações dos campeões escolhidos, cspm (farm por minuto, isto é, monstros que são eliminados), kills (quantidade de adversários eliminados), deaths (quantidade de mortes para adversários), assists (quantidade de assistências para eliminações de adversários), godiffat15 (diferença de ouro de uma posição para a mesma posição adversária aos 15 minutos de jogo), firstbaron (indica se a equipe foi a primeira a pegar a recompensa do barão), firsttower (indica se a equipe foi a primeira a derrubar uma torre) etc., e todas essas variáveis são fornecidas para cada jogador.

Assim sendo, o jogo disponibiliza uma diversidade de variáveis que podem ser vistas em diferentes categorias como:

- Individual: métricas que captam a mecânica, técnica e habilidade dos jogadores.
- Coletiva: variáveis que identificam a realização de objetivos do time, como a execução de torres, dragões e barões.
- Estratégica: medidas do quanto cada time controla a visão no mapa.

- Confronto: indicadores do quanto jogadores adversários de uma mesma posição estão a frente um do outro em diferentes períodos da partida.
- Recursos: métricas que fornecem informações da quantidade de recursos adquirido pelos jogadores como experiência, ouro e farm (soldados eliminados).

Dado esse conjunto de categorias, uma ideia interessante seria agrupar todas as variáveis por categoria com finalidades de criar índices para resumir a performance. Logo, a implementação de algum método para criar esses índices para um maior entendimento do jogo é fundamental, uma vez que é uma das modalidades mais complexas do e-sports, e o uso da estatística torna-se imprescindível.

Os campeonatos de LoL são realizados no mundo todo, sendo que todos geram bases de dados que contém as variáveis destacadas anteriormente. A disputa acontece de forma regional, e algumas das principais ligas são: CBLOL (Brasil), LCK (Coreia do Sul), LPL (China), LEC (Europa), LCS (NA), LLA (LATAM) etc. Neste trabalho será utilizado as informações das ligas mais relevantes do mundo, inclusive o Campeonato Mundial de LoL.

Logo, após a criação dos índices em conjunto com alguma técnica que possibilite o entendimento dos diversos tipos de jogo executado pelas equipes, pode-se analisar quais serão os mais predominantes por região, quais times de uma região são semelhantes a de outros locais do mundo, medir a eficiência dos estilos de jogo de maneira geral e em confronto entre si, verificar quais times lideram o ranking dos indicadores criados etc.

3. METODOLOGIA

Para este trabalho, foram considerados os dados das competições realizadas em 2023 [1], filtrados pelas seguintes ligas: CBL, CBL, LLA, LCK, CL, LCS, LDL, LEC, LFL, LPL, LPL, MSI, NACL, PCS, PRM, TCL, VCS e EM. Após a coleta dos dados, utilizou-se o software R para realizar o tratamento, a análise e a descrição dos dados [5].

As variáveis foram divididas em categorias com o objetivo de criar indicadores, organizados da seguinte forma:

Individual: kills (número de eliminações do jogador), deaths (quantidade de mortes do jogador), assists (número de assistências do jogador), doubletriplekills (soma de vezes em que o jogador efetuou duas ou três kills sequencialmente), quadrapentakills (soma de vezes em que o jogador efetuou quatro ou cinco kills sequencialmente), firstblood (indica se a equipe do jogador foi a primeira a realizar uma eliminação), firstbloodkill (indica se o jogador realizou a primeira eliminação), firstbloodassist (indica se o jogador contribuiu com assistência para a primeira eliminação), firstbloodvictim (indica se o jogador foi a primeira eliminação da partida), damagetochampions (dano total causado pelo jogador em campeões adversários), dpm (dano causado pelo jogador por minuto), damageshare (porcentagem do dano causado pelo jogador em relação ao total da equipe), damagetakenperminute (dano recebido pelo jogador por minuto) e damagemitigatedperminute (dano mitigado pelo jogador por minuto).

Confronto: golddiffat10 (diferença de ouro do jogador em relação ao adversário da mesma posição aos 10 minutos de partida), xpdiffat10 (diferença de experiência do jogador em relação ao adversário da mesma posição aos 10 minutos de partida), csdiffat10 (diferença de farm do jogador em relação ao adversário da mesma posição aos 10 minutos de partida), killsdiffat10 (diferença de eliminações do jogador em relação ao adversário da mesma posição aos 10 minutos de partida), assistsdiffat10 (diferença de assistências do jogador em relação ao adversário da mesma posição aos 10 minutos de partida), deathsdiffat10 (diferença de mortes do jogador em relação ao adversário da mesma posição aos 10 minutos de partida), golddiffat15 (diferença de ouro do jogador em relação ao adversário da mesma posição aos 15 minutos de partida), xpdiffat15 (diferença de experiência do jogador em relação ao adversário da mesma posição aos 15 minutos de partida), csdiffat15 (diferença de farm do jogador em relação ao adversário da mesma posição aos 15 minutos de partida), killsdiffat15 (diferença de eliminações do jogador em relação ao adversário da mesma posição aos 15 minutos de partida), assistsdiffat15 (diferença de assistências do jogador em relação ao adversário da mesma posição aos 15 minutos de partida) e deathsdiffat15 (diferença de mortes do jogador em relação ao adversário da mesma posição

aos 15 minutos de partida).

Recursos: `earned.gpm` (ouro conquistado por minuto pelo jogador), `earnedgoldshare` (porcentagem de ouro conquistado pelo jogador em relação ao total do time), `gspd` (diferença percentual de ouro em relação ao adversário de mesma posição), `minionkills` (número de soldados eliminados pelo jogador), `monsterkills` (número de monstros eliminados pelo jogador) e `cspm` (farm por minuto do jogador).

Estratégia: `wpm` (wards colocadas pelo jogador por minuto, utilizadas para identificar a posição dos adversários no mapa), `wcpm` (wards inimigas eliminadas pelo jogador por minuto), `controlwardsbought` (wards compradas pelo jogador) e `vspm` (pontuação de visão por minuto do jogador, medindo a eficácia do controle do mapa).

Coletivo/Objetivos: `firstdragon` (indica se o time do jogador eliminou o primeiro dragão), `dragons` (quantidade de dragões eliminados pelo time do jogador), `oppdragons` (quantidade de dragões eliminados pelo time adversário), `elementaldrakes` (número de dragões elementares eliminados pelo time do jogador), `oppelementaldrakes` (número de dragões elementares eliminados pelo time adversário), `infernals` (número de dragões infernais eliminados pelo time do jogador), `mountains` (número de dragões das montanhas eliminados pelo time do jogador), `clouds` (número de dragões das nuvens eliminados pelo time do jogador), `oceans` (número de dragões dos oceanos eliminados pelo time do jogador), `chemtechs` (número de dragões chemtech eliminados pelo time do jogador), `hextechs` (número de dragões hextech eliminados pelo time do jogador), `elders` (número de dragões anciões eliminados pelo time do jogador), `oppelders` (número de dragões anciões eliminados pelo time adversário), `firstherald` (indica se o time do jogador eliminou o primeiro herald), `heralds` (quantidade de heralds eliminados pelo time do jogador), `oppheralds` (quantidade de heralds eliminados pelo time adversário), `firstbaron` (indica se o time do jogador eliminou o primeiro barão), `barons` (quantidade de barões eliminados pelo time do jogador), `oppbarons` (quantidade de barões eliminados pelo time adversário), `firsttower` (indica se o time do jogador eliminou a primeira torre), `towers` (quantidade de torres eliminadas pelo time do jogador), `opptowers` (quantidade de torres eliminadas pelo time adversário), `firstmidtower` (indica se o time do jogador eliminou a primeira torre do meio), `firsttothreetowers` (indica se o time do jogador eliminou as três primeiras torres), `turretplates` (número de placas de torres destruídas pelo time do jogador), `oppturretplates` (número de placas de torres destruídas pelo time adversário), `inhibitors` (número de inibidores destruídos pelo time do jogador), `oppinhibitors` (número de inibidores destruídos pelo time adversário), `monsterkillsownjungle` (número de monstros eliminados pelo jogador na própria selva), `monsterkillsenemyjungle` (número de monstros eliminados pelo jogador na selva inimiga) e `gspd` (diferença percentual de ouro em relação ao time adversário).

Para cada observação de partida de uma mesma equipe, têm-se as métricas individualizadas para cada uma das posições dos jogadores nas categorias individual, confronto, recursos e estratégia, sendo elas: top, jungle, mid, sup e bot. Na categoria objetivos, todas as variáveis são coletivas, uma vez que não há variação entre as posições, pois se tratam de características da equipe.

Dessa forma, para as próximas análises, será realizado um resumo das variáveis, extraindo a média e o coeficiente de variação por time e período (considerando-se como primeiro período os primeiros seis meses de 2023 e como segundo período os últimos seis meses). A divisão por período é importante, pois no meio do ano podem ocorrer mudanças na equipe, tanto na comissão técnica quanto nos jogadores, o que pode influenciar o estilo de jogo e a tendência geral dos indicadores.

O coeficiente de variação tem como objetivo fornecer um indicador relacionado à média, que possibilite a avaliação da regularidade obtida pela equipe em cada métrica ao longo do período observado. Além disso, no futuro, será possível realizar uma comparação entre os diferentes períodos de um mesmo time, tanto nos indicadores criados via análise de componentes principais (ACP) quanto na análise de agrupamentos.

Em seguida, será aplicada uma técnica de análise multivariada para a criação dos índices: a ACP [2], que tem como objetivo reduzir a dimensionalidade dos dados, criando novas variáveis que mantenham o máximo possível da variabilidade original, com mínima perda de informação. Essa técnica é especialmente útil em problemas complexos e/ou que envolvam um grande número de variáveis, auxiliando na formação de novas medidas que facilitam o entendimento do fenômeno estudado.

A ACP consiste em transformar um conjunto de variáveis correlacionadas em um conjunto de variáveis não correlacionadas, denominadas componentes principais. Com o objetivo de capturar a maior parte da variabilidade dos dados originais, os passos para aplicação da técnica são descritos a seguir:

1. Padronização dos dados: É comum padronizar os dados para que todas as variáveis tenham média zero e desvio padrão igual a um, garantindo que todas as variáveis estejam na mesma escala.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

2. Cálculo da matriz de covariância: Em seguida, calcula-se a matriz de covariância dos dados padronizados, evidenciando como as variáveis estão relacionadas entre si no conjunto de dados.

$$\text{cov}(X) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(X_i - \bar{X})^T$$

3. Cálculo dos autovetores e autovalores: Calculam-se os autovetores e autovalores da matriz de covariância. Os autovetores definem as direções dos novos eixos (componentes principais), e os autovalores indicam a variância dos dados ao longo desses novos eixos.

$$\Sigma V = \lambda V$$

Σ, λ, V : matriz de covariância, autovalores e autovetores

4. Seleção das componentes principais: As componentes principais são escolhidas de acordo

com a importância das variâncias que capturam. Normalmente, selecionam-se as primeiras componentes principais, que possuem os maiores autovalores, por capturarem a maior parte da variância dos dados.

5. Transformação dos dados: Por fim, os dados originais são transformados para o espaço das componentes principais, multiplicando-se a matriz de dados padronizados pelos autovetores selecionados.

Após a realização desse processo, serão selecionados os componentes mais informativos de cada categoria, ou seja, aqueles que fornecerem maior variabilidade na explicação dos dados originais. Dessa forma, será possível interpretar cada um dos componentes finais, identificando como as variáveis interferem e, conseqüentemente, visualizando a informação de performance que elas fornecem. Por fim, os dados serão padronizados por time e período, de maneira que todos os componentes estejam em uma escala de 0 a 100, facilitando a interpretação ao comparar o desempenho entre as equipes e formando, assim, a base de dados final.

Posteriormente, será aplicada uma análise de agrupamentos sobre a base final, utilizando como medida de similaridade a distância euclidiana e como método hierárquico o Ward.D2 [2]. A clusterização tem como objetivo criar grupos de forma que, dentro deles, haja homogeneidade, ou seja, semelhança entre as observações, e entre os grupos exista heterogeneidade, ou seja, diferença entre as observações dos clusters.

A análise de clusters necessita de medidas de similaridade para calcular a distância entre as observações, dentre as quais se destacam a distância euclidiana, a distância de Manhattan, a distância de Minkowski e a correlação de Pearson. Neste trabalho, será utilizada a distância euclidiana, que é calculada pela distância entre dois pontos no espaço euclidiano, dada pela seguinte fórmula:

$$d(x, y) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Após o cálculo das distâncias entre as observações, forma-se uma matriz de distâncias, na qual se pode aplicar algum método hierárquico ou não hierárquico para a formação dos agrupamentos. Neste estudo, será utilizado um método hierárquico, aplicando o Ward.D2. De modo que testou-se outros métodos como o Ward.D e o Average Linkage, porém com o Ward.D2 obteve-se um resultado mais satisfatório. Os métodos hierárquicos são divididos em dois tipos: aglomerativos, que começam considerando cada observação como um cluster, e, de acordo com algum critério, realizam a junção entre as mais próximas até que todos os pontos pertençam a um único cluster, e divisivos, onde todas as observações começam em um único cluster, e a divisão é realizada até que todos os pontos estejam sozinhos em seus próprios clusters.

O método Ward.D2, que é aglomerativo, consiste em minimizar a variância dentro dos clusters, utilizando uma medida de similaridade que calcula a soma dos quadrados das diferenças dos pontos em relação ao centróide do próprio cluster. Seja n o número de clusters no momento atual da aglomeração, e N_i o número de pontos no cluster i . O centróide do cluster i é denotado por c_i , e o ponto j no cluster i é denotado por x_{ij} . A dissimilaridade ao quadrado d^2 entre o ponto j e o centróide do cluster i é calculada como:

$$d^2 = \sum_{j=1}^{N_i} (x_{ij} - c_i)^2$$

Após a aplicação das técnicas de ACP e clusterização, será realizada uma análise descritiva, buscando interpretar os resultados fornecidos por essas técnicas para compreender o desempenho das equipes de League of Legends a nível mundial no ano de 2023.

4. RESULTADOS

Nesta seção, serão apresentados resultados que retratam os componentes criados a partir de cada um dos blocos de variáveis, seguidas de suas respectivas interpretações.

4.1 COMPONENTES INDIVIDUAIS

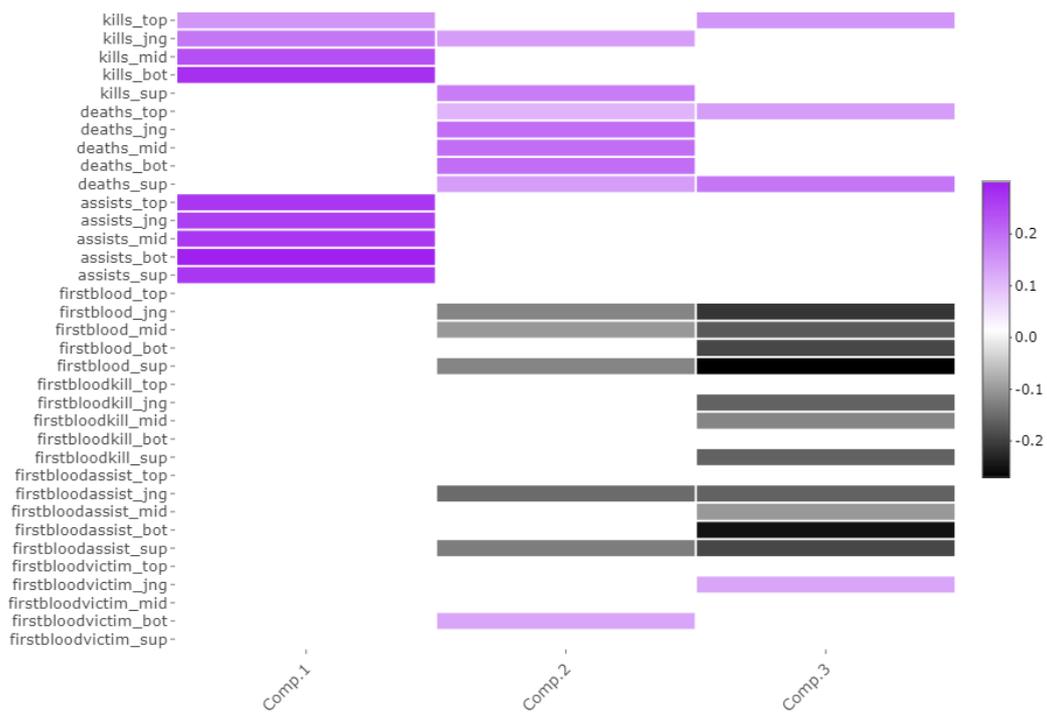


Figura 4.1: Mapa de Calor dos Loadings dos Componentes Individuais - Parte 1

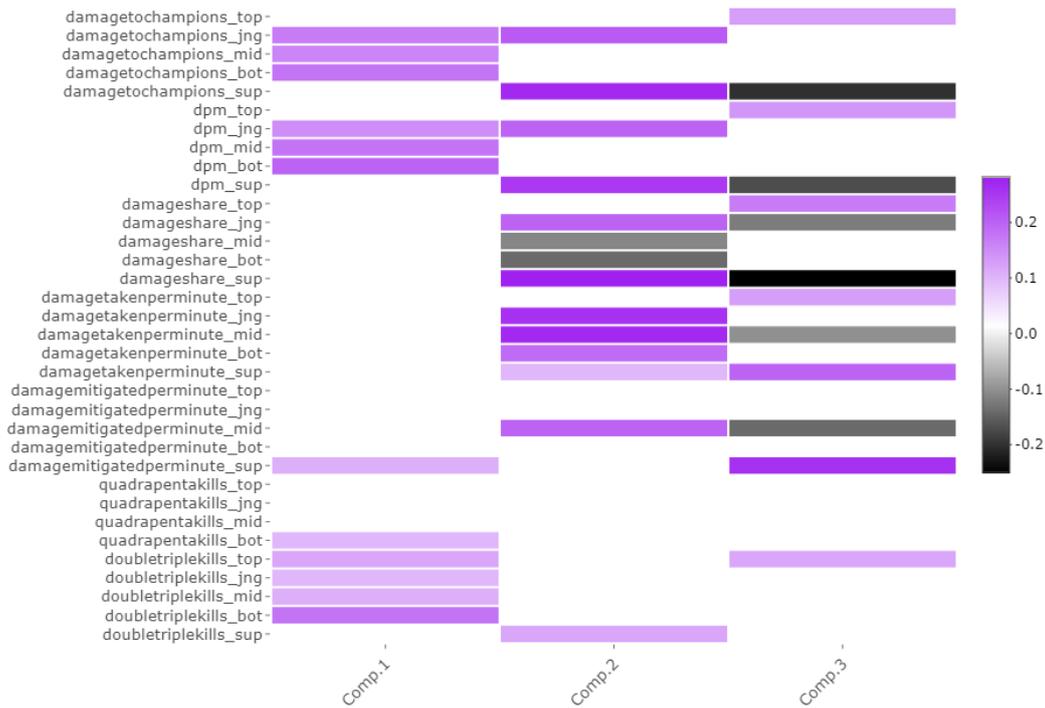


Figura 4.2: Mapa de Calor dos Loadings dos Componentes Individuais - Parte 2

Nas figuras 4.1 e 4.2 o mapa de calor das loadings foi elaborado para facilitar a interpretação das variáveis que mais influenciam os scores dos componentes, seja positivamente, representado pelos tons mais escuros de roxo, ou negativamente, evidenciado pelos tons mais intensos de preto.

O Componente Individual 1 (CI1) oferece uma métrica que indica que, quanto maior sua magnitude, mais as eliminações (kills) da equipe se concentram nas posições de bot e mid, com menor participação da top. Ao analisar as assistências dessas eliminações, observa-se que todas as posições contribuem, com maior destaque para a bot lane. Vale ressaltar que este componente também indica uma maior frequência de double/triple kills em todas posições, exceto para o suporte, além de alto dpm para bot, mid e jungle.

Por outro lado, o Componente Individual 2 (CI2) revela que, à medida que o score aumenta, a posição de jungle tende a ter um pequeno acréscimo nas eliminações. Contudo, há um aumento no número de mortes em todas as posições. Adicionalmente, conforme o score cresce, ocorrem menos first bloods tanto por eliminações quanto por assistências em três e duas posições, respectivamente. Observando métricas específicas para as posições de jungle e suporte, como DPM (Damage per Minute), dano aos campeões, dano compartilhado e Damage Taken per Minute (dtpm), nota-se um aumento, indicando uma participação mais significativa dessas posições no time quando o score é elevado.

O CI3 reflete uma participação expressiva da posição top em diversos quesitos. Assim, quanto maior o score, maior é o número de eliminações, mortes, DPM, dano aos campeões, dano compartilhado, dpm e double/triple kills nessa posição. Outro conjunto de variáveis que diminui conforme o score aumenta são aquelas relacionadas a first blood, kills e assistências.

A posição de suporte também apresenta um aumento no damage taken e damage mitigated à medida que o score cresce.

4.2 COMPONENTES COLETIVOS

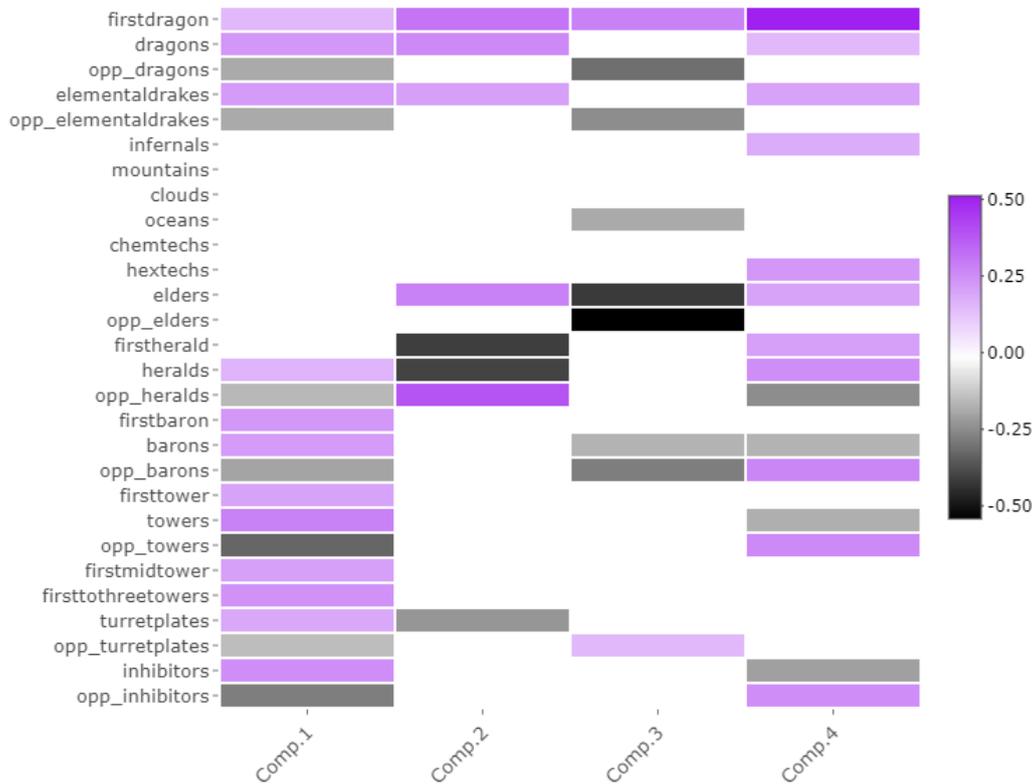


Figura 4.3: Mapa de Calor dos Loadings dos Componentes Coletivos

Na figura 4.3 o Componente de Time 1 (CT1) indica, de forma geral, que, à medida que o score aumenta, o time se torna mais eficiente na conquista de objetivos em comparação com seus adversários. Indicadores como taxa de dragons, elemental drakes, barons, heralds, towers e inhibitors são superiores aos dos adversários (opp). Assim, quanto maior o score, maior é a diferença entre as taxas de realização desses objetivos. Outras métricas importantes, como first tower, first dragon, first baron, first mid tower e first three towers, também aumentam com a elevação do score, caracterizando uma maior frequência na realização dos primeiros objetivos.

O CT2 evidencia que, quanto maior o score, mais a equipe foca em dragões, como first dragon, dragons, elemental drakes e elders. No entanto, em relação aos heralds, a equipe demonstra menor prioridade, com uma taxa reduzida de first herald e de heralds conquistados, enquanto os adversários conquistam mais opp heralds. Além disso, a equipe apresenta um menor número de turret plates quando o score aumenta. De forma geral, esse componente mede o grau de priorização de dragões em relação aos heralds, conforme indicado pela magnitude e o sinal do score.

O CT3 mostra que, em comparação com os outros dois componentes, a taxa de first dragon tem um aumento muito mais acentuado conforme o score cresce. No entanto, a taxa de dragões conquistados pelos adversários ao longo do jogo também é ligeiramente maior. Além disso, as taxas de elders para ambos os times são menores, e o número de barons conquistados pelos adversários diminui. Em contrapartida, os adversários realizam mais turret plates. Por fim, o CT4 revela outros contrastes interessantes entre as equipes. Quando o score aumenta, o time conquista mais heralds e dragões (elemental drakes, elders, hextechs e infernals) em comparação com seus adversários, além de garantir os first herald e first dragon. Entretanto, o adversário tem uma taxa superior de towers, inhibitors e barons.

4.3 COMPONENTES DE CONFRONTOS

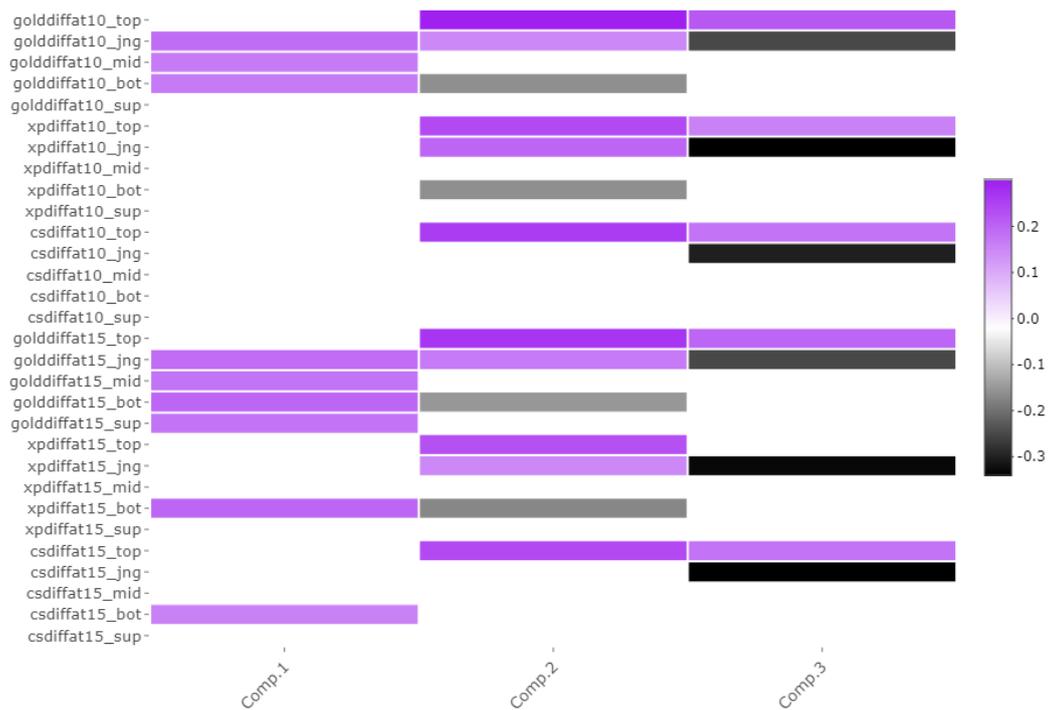


Figura 4.4: Mapa de Calor dos Loadings dos Componentes de Confrontos - Parte 1



Figura 4.5: Mapa de Calor dos Loadings dos Componentes de Confrontos - Parte 2

Nas figuras 4.4 e 4.5 o Componente do Confronto 1 (CC1) mostra que, quanto maior o score, mais a equipe possui vantagem de gold aos 10 e 15 minutos nas rotas da jungle, mid e bot, além de vantagem no suporte aos 15 minutos. Adicionalmente, a bot lane demonstra uma vantagem em XP e farm aos 15 minutos.

No que diz respeito aos indicadores de combate, quanto maior o CC1, mais eliminações (kills) o jungler terá em comparação ao adversário da mesma rota, e menos mortes, ambos aos 15 minutos. Esse segundo aspecto também pode ser observado para o suporte. Por fim, à medida que o componente aumenta, o suporte acumula mais assistências que o adversário aos 10 minutos, mas menos aos 15 minutos. A posição de top também registra menos assistências que seu adversário aos 15 minutos. Em resumo, este componente reflete a capacidade da equipe de obter vantagem de gold aos 10 e 15 minutos, além de indicar uma maior supremacia da jungle em termos de eliminações em relação ao adversário.

O CC2 adiciona mais informações sobre o desempenho das equipes nos seguintes aspectos: quanto maior o score, maior será a vantagem do top em relação ao adversário em termos de gold, XP e farm, tanto aos 10 quanto aos 15 minutos. O jungler também possui uma vantagem média em comparação ao rival, considerando todos os atributos mencionados para o top, exceto o farm aos 10 minutos. Por outro lado, à medida que o score aumenta, a bot lane tem menos vantagem em gold e XP aos 10 e 15 minutos. Além disso, o top apresenta menos assistências e mortes em comparação ao oponente, enquanto o suporte registra um leve aumento no número de mortes.

No CC3, o top mantém muitas das vantagens destacadas no componente anterior, exceto em relação ao XP aos 15 minutos. Além disso, quanto maior o score, maior será a vantagem em

eliminações do top sobre o rival. Em contrapartida, com o aumento do score, o jungler passa a sofrer desvantagens em diversos aspectos, como gold, XP e farm aos 10 e 15 minutos.

4.4 COMPONENTES DE RECURSOS

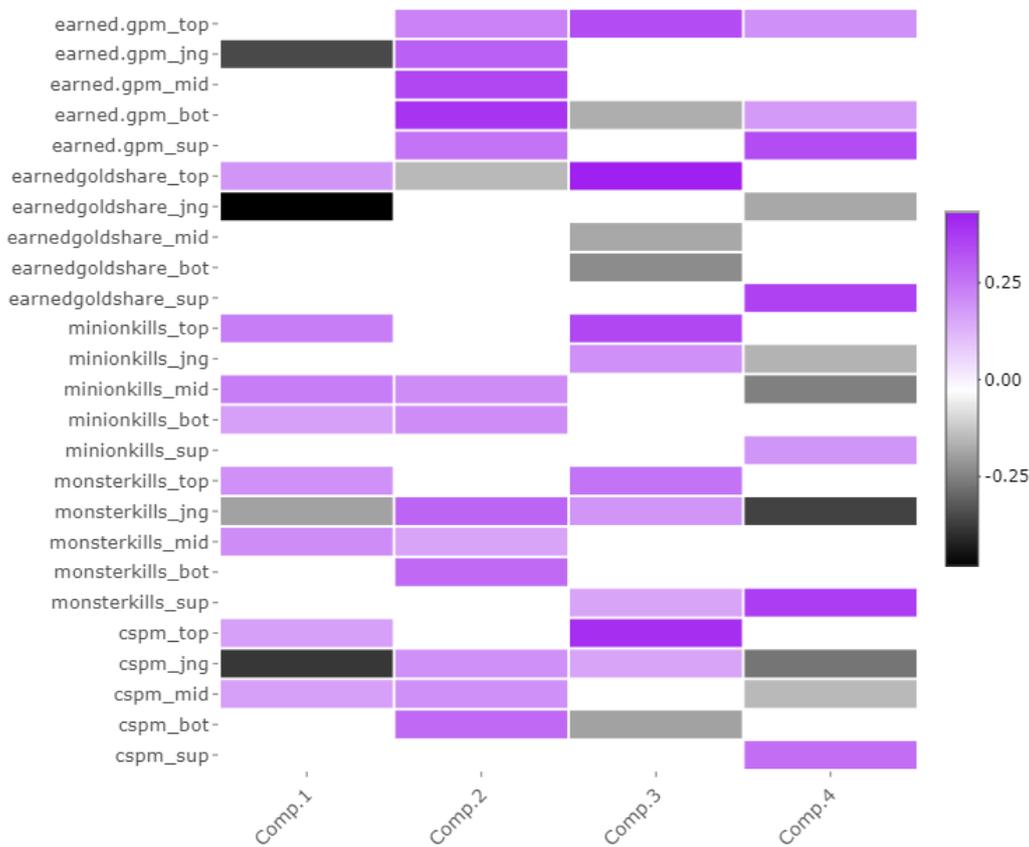


Figura 4.6: Mapa de Calor dos Loadings dos Componentes de Recursos

Na figura 4.6 no Componente de Recursos 1 (CR1), observa-se que, quanto maior o score, mais gold per minute (GPM) o top acumula em relação aos companheiros de equipe, enquanto o jungler segue na direção oposta, com uma redução no GPM. Além disso, as posições top e mid capitalizam mais eliminações de minions e monstros. Ao analisar o farm per minute (FPM), nota-se que essa taxa é maior para as posições mid e top e menor para o jungler.

No CR2, à medida que o score aumenta, todas as posições obtêm mais GPM, com uma diferença de magnitude mais acentuada para bot e mid. Por outro lado, o top apresenta uma redução relativa no ouro em comparação à equipe. Adicionalmente, o número de monstros eliminados pelo jungler e pela posição bot aumenta, assim como o FPM do jungler.

No CR3, quanto maior o score, mais o top acumula ouro por minuto, ouro compartilhado, eliminações de minions e monstros, além de um alto FPM. O jungler também apresenta um leve aumento nas eliminações de monstros e minions, além do FPM. Em contrapartida, as posições

mid e bot registram uma redução no ouro compartilhado, e a posição bot apresenta uma queda no creep score per minute (CSPM).

No CR4, quanto maior o score, mais a posição de suporte aumenta o GPM, ouro compartilhado, eliminações de minions e monstros, além de um aumento no FPM. As posições bot e top também mostram um crescimento no GPM. Na direção oposta, o jungler executa menos eliminações de monstros à medida que o score aumenta.

4.5 COMPONENTES ESTRATÉGICOS

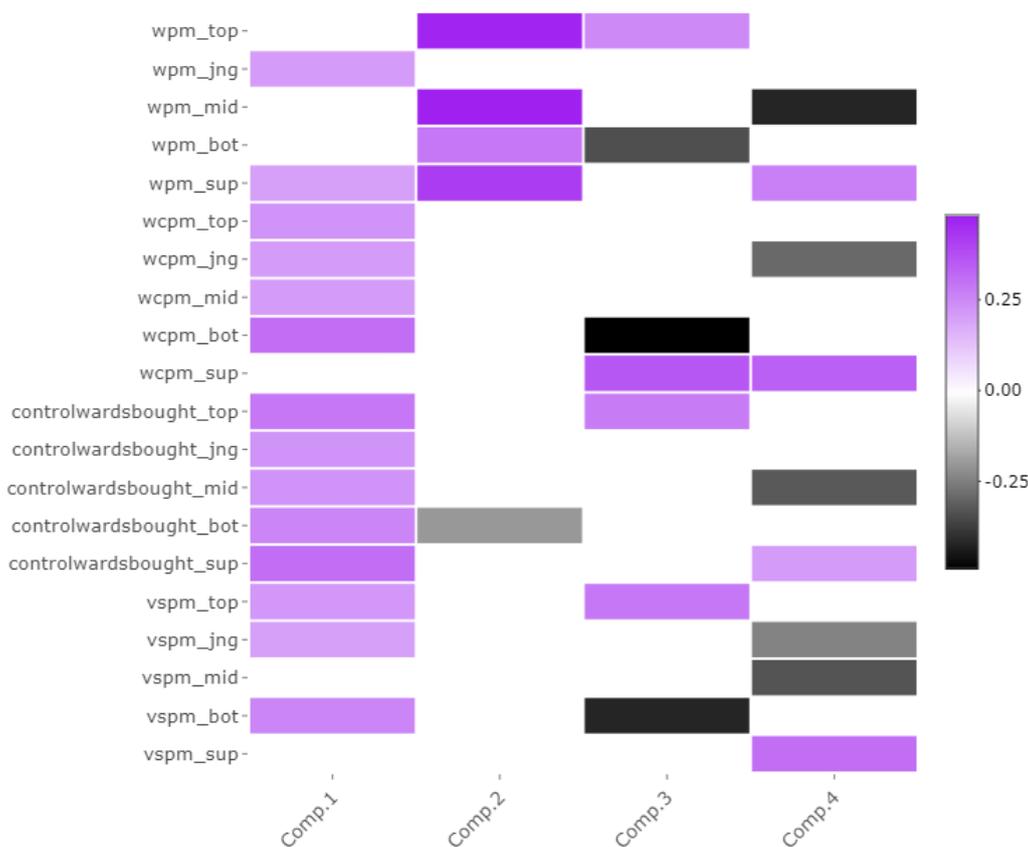


Figura 4.7: Mapa de Calor dos Loadings dos Componentes Estratégicos

Na figura 4.7 no Componente Estratégico 1 (CE1), quanto maior o score, mais wards controladas por minuto (WCPM) a posição bot terá. Além disso, as posições de suporte e top apresentaram um aumento nas compras de wards. Por outro lado, quanto maior o score, menos wards colocadas por minuto (WPM) o suporte e o jungler terão, além de um controle reduzido de wards nas posições mid e jungler. Por fim, o jungler apresenta um baixo score de visão por minuto (VSPM).

Interpretando o CE2, quanto maior o score, mais elevado será o WPM das posições top, mid e suporte, enquanto a posição bot comprará menos wards.

No CE3, quanto maior o score, mais o top acumula números elevados em WPM, VSPM e wards compradas. Por outro lado, os números da posição bot em WPM, WCPM e VSPM são menores. Além disso, o suporte apresenta um WCPM alto.

No quarto e último componente estratégico (CE4), quanto maior o score, mais elevados serão o WPM, WCPM, wards compradas e VSPM da posição de suporte. Por outro lado, a posição mid terá valores menores em WPM, wards compradas e VSPM, e a posição jungler também apresentará WCPM e VSPM mais baixos.

4.6 ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS

Após a definição dos loadings dos componentes, foram gerados os scores de cada equipe por jogo, e calculou-se a média de cada componente com o objetivo de realizar a clusterização.

Conforme mencionado anteriormente, para a análise de clusters, foi utilizada a distância euclidiana como medida de similaridade. Além disso, aplicou-se o método ward.D2 como técnica de agrupamento hierárquico. Em seguida, apresenta-se o dendrograma da clusterização.

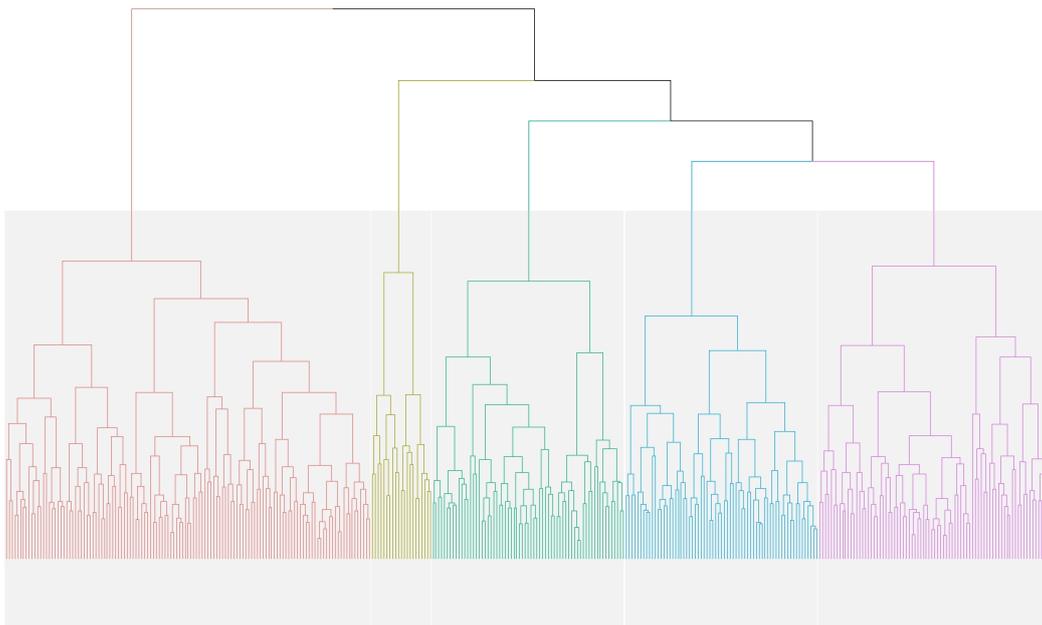


Figura 4.8: Dendrograma da Análise de Agrupamentos com 6 Clusters

A partir da Figura 4.8, observa-se que uma faixa de corte interessante poderia ser próxima da altura 350, resultando em um número de clusters com $k=5$. Esse número de clusters sugerido revela uma divisão satisfatória entre os times incluídos em cada um deles. De modo que testou-se outras divisões em k clusters, e assim optou-se pela escolha de 5 agrupamentos. No entanto, é necessário compreender as características predominantes de cada cluster com base nas variáveis fornecidas.

Para isso, será realizado um resumo das variáveis por agrupamento (Figura 4.8), com o objetivo de criar um heatmap que permita entender o impacto de cada variável nos clusters.

Antes de proceder, será feito um resumo dos componentes utilizados para facilitar a interpretação das características dos clusters:

- CI1 - Predominância de participações em kills e dpm por bot e mid. Alto dpm pelo jungle e maior frequência de double/triple kills do time, com excessão do suporte.
- CI2 - Elevação das métricas de dano para jungle e suporte, e menor participação em primeiras eliminações.
- CI3 - Maior participação do Top em diversas métricas, com suporte mais relevante em alguns indicadores de dano.
- CT1 - Maior número de realizações de primeiros objetivos e também em objetivos subsequentes.
- CT2 - Priorização de métricas de objetivos relacionados aos dragões em relação aos heralds.
- CT3 - Prioridade por first dragon, mas sem consolidação nos dragões subsequentes, com mais turreplates durante a partida e menos barons conquistados pelo adversário.
- CT4 - Prioridade tanto pelos primeiros heralds quanto pelos dragões subsequentes, com menor número de torres e barons obtidos.
- CC1 - Maior vantagem de gold para as posições jungle, mid e bot aos 10 e 15 minutos, com supremacia do jungle nos combates em relação ao seu adversário aos 15 minutos.
- CC2 - Maior vantagem do top e jungle em relação aos seus oponentes nos atributos de gold, XP e farm, aos 10 e 15 minutos. Por outro lado, o bot apresenta menor vantagem nesse período em gold e XP.
- CC3 - O top mantém muitas das vantagens observadas no CC2, com acréscimo de kills, enquanto o jungle apresenta ainda mais desvantagens aos 10 e 15 minutos em gold, XP e farm.
- CR1 - Superioridade e inferioridade de GPM para o top e jungle, respectivamente, em comparação com seus companheiros. Destaque em eliminações de minions, monstros e farm por minuto para mid e top.
- CR2 - Maior GPM para todas as lanes, com destaque para bot e mid, além de mais monstros eliminados pelo bot e jungle.
- CR3 - Predominância do top em várias métricas de gold e farm, e do jungle em farm, com menor participação do mid e bot em ouro compartilhado.

- CR4 - Suporte com métricas elevadas na maioria dos atributos de farm e gold. Além disso, bot e top apresentam GPM's maiores, e o jungle tem menos eliminações de monstros e minions.
- CE1 - Participação no controle de wards predominantemente pelo bot, mesmo com mais compras de wards pelo suporte e top, o que não se traduz em uso de wards nessas posições e nas demais.
- CE2 - Participação ativa do top, mid e suporte no controle de wards adicionadas.
- CE3 - Confronto entre a alta participação do top no controle de wards e a inatividade do bot tanto no controle quanto no combate de wards.
- CE4 - Maior participação do suporte tanto no controle quanto no combate de wards, e menor participação do mid no combate e do jungle nas adições.

4.7 RESUMO DOS COMPONENTES

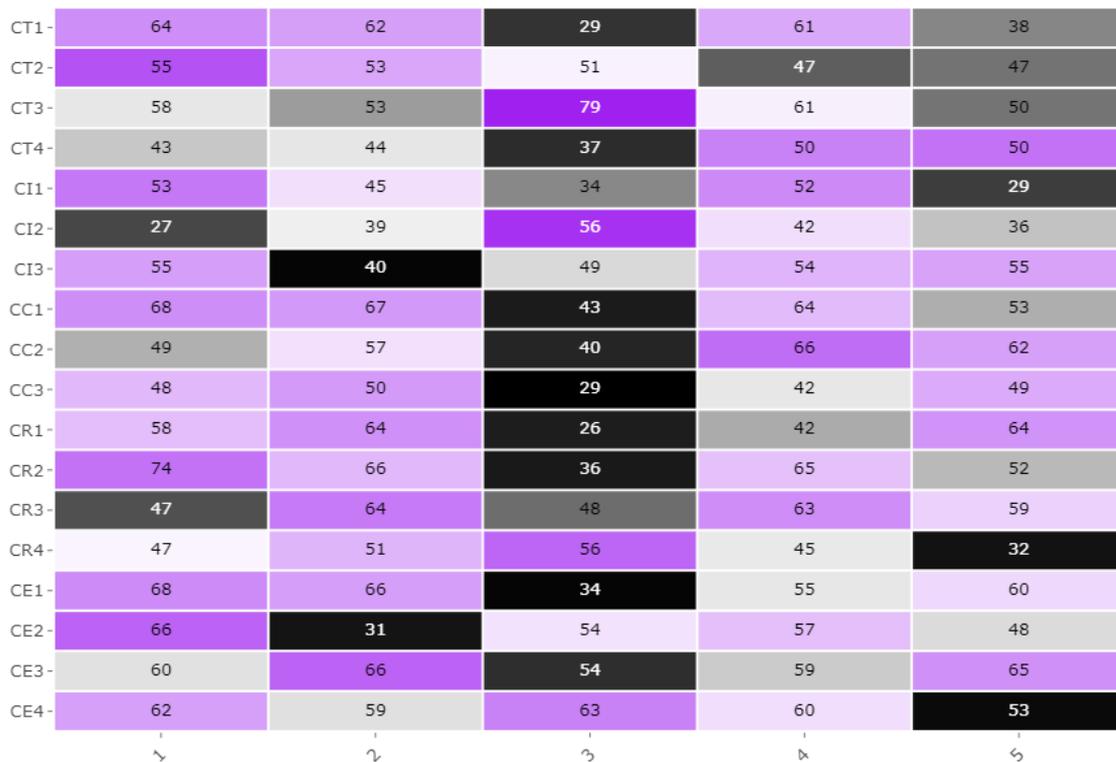


Figura 4.9: Mapa de Calor do Resumo das Variáveis por Cluster

De acordo com a Figura 4.9, observam-se diversas diferenças entre os clusters. Propondo uma faixa neutra entre 40 e 60, é possível destacar as características mais prevalentes com base nos componentes de cada agrupamento.

No primeiro agrupamento, constata-se que 8 dos componentes estão fora da faixa de neutralidade proposta, destacando os componentes da categoria de estratégia, que contribuem com 4 desses componentes. Os componentes CT1, CC1, CR2, CE1, CE2, CE3 e CE4 apresentam scores superiores a 60, enquanto o CI2 é o único a apresentar um score inferior a 40.

Os componentes CT1, CC1 e CR2 evidenciam características predominantes como: prioridade em objetivos, vantagem de gold nas lanes mid, jungle e bot aos 10 e 15 minutos, além de maior GPM para todas as posições.

Os componentes de estratégia, em conjunto, indicam que o controle de wards é predominantemente realizado pelo top e suporte, enquanto a adição de wards é feita pelo top, mid e suporte. No entanto, o mid não participa do controle de wards, e o jungle e o bot não contribuem para a adição de wards. Por outro lado, a baixa pontuação do CI2 sugere um menor volume nas métricas de dano para jungle e suporte.

No segundo cluster, os componentes CT1, CC1, CR1, CR2, CR3, CE1 e CE3 destacam-se com scores superiores, enquanto CI2, CI3 e CE2 são os inferiores. Destacam-se especialmente os componentes das categorias de estratégia e de recursos, que incluem 3 dos 4 componentes nessa análise.

De maneira semelhante ao primeiro agrupamento, os componentes CT1, CC1 e CI2 evidenciam características como prioridade em objetivos, vantagem de gold nas lanes mid, jungle e bot aos 10 e 15 minutos, além de mais participações em primeiras eliminações e menor volume nas métricas de dano pelo jungle e suporte. A adição do CI3 mostra que o top tem menor participação em diversas métricas, e o suporte possui menor relevância em alguns indicadores de dano.

Por outro lado, os componentes estratégicos indicam que o top tem uma participação ativa no controle de wards, enquanto todas as demais posições mostram inatividade na adição de wards, com exceção do jungle, que é neutro em ambas as características.

Os componentes relacionados aos recursos revelam que a captação de recursos é eficaz em todas as posições, exceto para o suporte, que não se destaca positivamente em métricas como farm por minuto, eliminações de minions e monstros, e gold.

No agrupamento 3, observa-se que 10 componentes estão fora da faixa de neutralidade, dos quais apenas 2 têm magnitude superior a 60 (CT3 e CE4), enquanto os demais são inferiores a 40 (CT1, CT4, CI1, CC2, CC3, CR1, CR2 e CE1). A classe mais representada neste agrupamento é a coletiva, com 3 dos 4 componentes pertencentes a esta categoria, enquanto as demais categorias têm no máximo 2 representantes cada.

Os componentes coletivos revelam que as equipes desse grupo têm menos realizações de primeiros objetivos e subsequentes, especialmente em heralds e dragões, com uma leve exceção para o primeiro dragão, onde o componente CT3 indica uma prioridade. Além disso, observam-se mais conquistas de torres e barons.

Em contrapartida, as posições de bot e mid têm menor participação em kills. Até os 15 minutos, o top apresenta uma menor vantagem em relação aos seus oponentes em diversos fundamentos, com o bot apresentando mais vantagem em gold e XP. Contrastando com as

interpretações dos componentes CC2 e CC3, o jungle demonstra uma neutralidade em seus atributos.

No que diz respeito aos componentes de recursos, há uma redução no GPM para todas as lanes e menos monstros eliminados pelo bot e jungle, além de menor eliminação de minions pelo bot e mid.

Para os componentes de visão, o bot participa menos no controle de wards, enquanto as demais posições apresentam maior uso de wards, com destaque para a participação do suporte no controle e combate de wards. Por outro lado, o mid se destaca negativamente no combate e o jungle nas adições.

No agrupamento 4, apenas componentes com magnitude superior são destacados, sem nenhuma categoria com predominância clara. Os componentes de destaque são: CT1, CT3, CC1, CC2, CR2, CR3 e CE4.

Os componentes coletivos indicam uma prioridade para os primeiros objetivos e também para os subsequentes, com maior ocorrência de turreplates durante a partida e menos barons executados pelo adversário. Os componentes de recursos revelam a supremacia do jungle, mid e top em recursos aos 10 e 15 minutos.

A interpretação conjunta dos componentes sugere que o bot apresenta neutralidade na vantagem em relação ao seu adversário, enquanto o jungle demonstra predominância nos combates durante esse período. Vale ressaltar que este agrupamento não possui nenhum destaque na categoria individual.

No último cluster, os componentes destacados com magnitude superior são: CI3, CC1, CC2, CR1, CE1 e CE3. Os componentes inferiores são: CT1, CI1, CI2 e CR4, com maior predominância na categoria individual.

A interpretação dos componentes da categoria individual revela que os times têm o top com maior destaque em diversas métricas, enquanto o suporte apresenta uma performance neutra. Por outro lado, a participação em kills do bot e do mid é inferior, e o jungle contribui menos com dano.

Em relação aos demais componentes, observa-se que os times têm menor realização de objetivos e subsequentes. O jungle, por sua vez, apresenta maior vantagem nos combates durante os períodos iniciais das partidas. Todas as posições, exceto o suporte e o bot, têm mais vantagem em gold aos 10 e 15 minutos. O top e o jungle estendem essa vantagem também para as métricas de XP e farm, enquanto o bot possui uma vantagem menor em XP.

No que diz respeito aos recursos, o suporte tem métricas inferiores em farm e gold. O jungle e o bot têm GPM inferior aos seus companheiros, mas o jungle ainda se destaca em eliminações de monstros e minions, juntamente com o mid e o top. Estes últimos também se destacam em farm por minuto.

O controle de wards é comandado pelo top, enquanto o bot se mostra neutro nesse aspecto, quando comparado aos componentes destacados. No entanto, o bot se destaca por sua ineficácia no combate a wards.

5. CONCLUSÕES

A criação dos componentes permite resumir de forma clara as características das equipes. A partir dos agrupamentos, é possível identificar os pontos fortes e fracos dos times, traçando assim um padrão de estilo de jogo.

Com isso, as comissões técnicas de LoL podem identificar o estilo de jogo predominante de suas equipes, compreendendo melhor suas vantagens e desvantagens, e tomando decisões estratégicas com base nessas informações. Além disso, é possível analisar o padrão de jogo dos adversários futuros, possibilitando a escolha da melhor abordagem para enfrentá-los.

Outro benefício importante é a possibilidade de, após identificar a eficácia geral do melhor agrupamento e as especificidades dessa eficiência em confrontos entre agrupamentos, moldar as características da própria equipe. Isso pode ser feito visando melhorias a longo prazo por meio de treinos direcionados.

Na contratação de jogadores, essa ferramenta seria fundamental, uma vez que as equipes poderiam identificar, por meio dos componentes, os jogadores ideais que se alinham à filosofia de jogo proposta em determinado período.

Algumas possíveis melhorias para trabalhos futuros:

- Explorar os detalhes dos estilos de jogo identificados e suas eficácias quando um confronta o outro
- Adicionar novas variáveis para captar mais nuances do jogo, relacionadas aos campeões, métricas em diferentes tempos da partida etc
- Aprofundar em mais estilos de jogo por meio da clusterização
- Agregar mais dados de outras edições de campeonatos
- Aplicar metodologia de análise combinando ACP e Clusterização para outros jogos, explorando tanto o lado estratégico quanto o individual para scout de jogadores

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bernardo, A.: *Dados League of Legends*, 2023. <https://www.kaggle.com/datasets/arthur1511/lol-esports-2022>, acessado em 17/03/2024.
- [2] Hair, J. F.: *Análise Multivariada de Dados*. Bookman, 6^a ed., 2009.
- [3] Oliveira, G.: *COI anuncia evento olímpico de esports*, 2023. <https://ge.globo.com/esports/noticia/2023/03/01/coi-anuncia-evento-olimpico-de-esports-veja-games-em-disputa.ghtml>, acessado em 11/03/2024.
- [4] Online, A. E.: *Ancient Egypt Games*. <https://www.ancient-egypt-online.com/ancient-egypt-games.html>, acessado em 06/02/2024.
- [5] R, F.: *Freeware R*, 2024. <https://www.r-project.org/>, acessado em 17/03/2024.