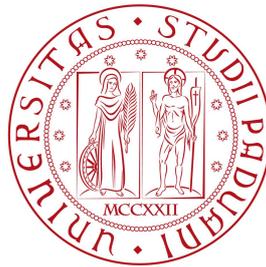


Università degli Studi di Padova
Dipartimento di Scienze Statistiche
Corso di Laurea in

Statistica per l'Economia e l'Impresa



**NBA vs EUROLEGA,
IL BASKET DAL PUNTO DI VISTA DEI DATI:
DIFFERENZE E AFFINITÀ DEI PIÙ GRANDI
CAMPIONATI AL MONDO**

Relatore: prof. Marco Tosi
Dipartimento di Statistica

Laureando: Matteo Andreazza
Matricola n. 2003672

Anno Accademico 2023/2024

Introduzione

Il basket è uno sport nato negli Stati Uniti nel 1891 ed è stato esportato in tutto il mondo, pur sviluppandosi in modo diverso in base ai contesti culturali in cui è esercitato. Ad oggi, il basket è praticato in decine di paesi, ma quello Americano (NBA) e quello Europeo (Eurolega) rappresentano due delle massime espressioni di questo sport, anche se caratterizzate da stili di gioco e strategie spesso distinte. A livello globale, il basket è uno degli sport più redditizi, con la National Basketball Association (NBA), che genera miliardi di dollari dovuti alla capitalizzazione di questo gioco. Nel corso della stagione 2021-2022, ha superato per la prima volta i 10 miliardi di dollari di ricavi, questo successo ha rafforzato la posizione economica e finanziaria del campionato (Eurohoops). Grazie ai milioni di spettatori in tutto il mondo, con picchi di ascolti durante le finali e i playoff, la lega americana ricava utili elevati attraverso diritti televisivi, merchandising e sponsor. Anche l' Eurolega, pur avendo un seguito di pubblico più limitato, ha un impatto economico significativo in Europa, mobilitando appassionati e sponsor in numerosi paesi. Questa differenza è dovuta a caratteri di natura sociale e culturale: lo sport, in particolare il basket, ha radici più profonde nella comunità americana rispetto a quella europea, che invece è concentrata di più nel calcio e

nel tennis. Quindi è interessante comprendere che l'evoluzione di questo sport abbia delle conseguenze sociali ed economiche sul territorio americano ed europeo. La NBA, National Basketball Association, è la lega professionistica americana, caratterizzata da un gioco particolarmente dinamico e spettacolare, oltre che dalla grande fisicità atletica dei propri giocatori. L'Eurolega, il principale torneo di basket europeo, mette maggiore enfasi sulla parte tattica del gioco, con un focus maggiore sulla difesa e il controllo del ritmo. Negli ultimi anni, questa convergenza tra NBA ed Eurolega ha acquisito importanza, poiché ha contribuito a uniformare stili di gioco, e anche a rendere entrambe le leghe più attraenti a livello economico e mediatico. L'aumento dei tiri da tre punti e una maggiore enfasi sul gioco offensivo hanno portato ad una crescente spettacolarizzazione del basket europeo. Ciò ha catturato un pubblico sempre più vasto, incrementando le entrate derivanti dai diritti televisivi e dagli sponsor. Allo stesso tempo, l'NBA ha adottato approcci tattici più vicini a quelli europei, come l'uso della difesa a zona introdotta nel 2001, rendendo così il gioco più strategico e meno individualistico. Di conseguenza, a livello teorico ed intuitivo ci si può aspettare una convergenza sullo stile di gioco. Questa crescente affinità ha un impatto diretto sulle economie di entrambe le leghe: più il gioco è spettacolare più visibilità si ottiene, quindi più spettatori e, di conseguenza, maggiori ricavi. Diversi studi evidenziano come questa convergenza tra i due stili abbia avuto un impatto significativo. Ad esempio, uno studio pubblicato su PLOSE ONE, "Trends in NBA and Euroleague basketball: Analysis and comparison of statistical data from 2000 to

2017” (2019), mostra che il basket europeo si evolve verso modelli più simili a quelli NBA, questo è dovuto alla crescente somiglianza tra i due campionati specialmente in termini di enfasi sull’efficienza offensiva e sull’uso del tiro da tre punti. Ciò ha portato implicazioni anche a livello economico. L’adozione di caratteristiche NBA, come la spettacolarità del gioco e la promozione di star internazionali, ha reso l’Eurolega più competitiva nel mercato globale del basket. La convergenza tra i due campionati non è solo una questione di stile di gioco, ma anche di strategia economica. La modifica della linea dei tre punti nell’Eurolega nel 2010, spostata a 6.75 metri, rispetto ai 6.25 metri precedenti, ha reso il tiro da tre una componente cruciale, che la fa avvicinare ai livelli della NBA, dove questo tipo di tiro ha guadagnato sempre più importanza. Questo processo ha aumentato il ritmo del gioco, attirando più spettatori, e quindi più sponsor e investimenti, creando un ciclo virtuoso di crescita economica per entrambe le leghe (SportingNews)(Sporting News). Con queste premesse, lo studio suggerisce che il gioco europeo ha continuato a enfatizzare la difesa e il controllo del ritmo, mentre la NBA ha visto un’esplosione dell’efficienza offensiva, come vedremo successivamente anche grazie all’aumento vertiginoso del numero di tiri da tre punti. Nonostante le differenze storiche, oggi il basket europeo e quello americano mostrano sempre più somiglianze, suggerendo che potrebbe esserci una tendenza verso una convergenza nei prossimi anni, pur mantenendo alcune distinzioni culturali e tattiche(Read by QxMD)(SPONET). Questa tesi ha l’obiettivo di esplorare e confrontare l’NBA e l’Eurolega dal punto di vista

dell'attacco e della difesa, utilizzando i "Four Factors" di Dean Oliver(2004). Questi fattori riassumono i due aspetti appena citati e sono suddivisi in quattro per l'attacco e quattro per la difesa. I fattori offensivi sono: percentuale canestri dal campo (Effective Field Goal Percentage - eFG%),percentuale rimbalzi offensivi (Offensive Rebound Percentage - OREB%), percentuale palle perse (Turnover Rate - TOV%), e percentuale tiri liberi segnati (Free Throw Rate - FT Rate). Quelli della difesa: percentuale canestri dal campo degli avversari (Opponent Effective Field Goal Percentage - oeFG%), percentuale rimbalzi difensivi (Defensive Rebound Percentage - DREB%), percentuale palle perse degli avversari (Opponent Turnover Rate - oTOV%), percentuale tiri liberi segnati degli avversari (Opponent Free Throw Rate - oFT Rate). Nel suo libro "Basketball on paper"(2004), Dean Oliver introduce un modello analitico basato su quattro fattori principali per misurare l'efficienza offensiva e difensiva delle squadre di basket. Oliver utilizza un approccio statistico basato sui dati delle partite per dimostrare che questi quattro elementi sono artefici determinanti per il successo di una squadra. I suoi risultati mostrano che il eFG% è il fattore più importante, seguito dal controllo dei turnover e dalla capacità di ottenere rimbalzi offensivi e tiri liberi. Oliver utilizza dati provenienti da diverse stagioni NBA per dimostrare come questi elementi possano spiegare la differenza di performance tra squadre vincenti e perdenti. Attraverso l'analisi di questi otto fattori, basata su dati raccolti tra il 2000 e il 2017, la tesi si propone di rispondere a due domande fondamentali: in che misura l'NBA e l'Eurolega differiscono nell'approccio offensivo e difensivo, e

quale aspetto è più responsabile nella differenza tra i due campionati. Questo confronto mostrerà in modo più approfondito le differenze strategiche e strutturali dei tornei. Ulteriore argomento della tesi sarà l'analisi dell'impatto che Stephen Curry ha avuto nel NBA, in particolare quanto abbia influito sul numero di tiri da tre punti tentati nel corso delle stagioni. Si vuole studiare quanto il giocatore, grazie alla sua grande abilità nel segnare da lunghe distanze, abbia cambiato il modo in cui le squadre approcciano l'attacco. Questo fenomeno, noto come "Curry effect", ha influenzato la percezione generale del tiro da tre, rendendolo un componente fondamentale dell'attacco moderno.

La statistica è diventata fondamentale nello sport moderno, specialmente nel basket, dove permette di analizzare aspetti del gioco in modo più profondo e dettagliato. L'approccio analitico, come quello proposto da Dean Oliver con i suoi Four Factors, ha rivoluzionato la comprensione del gioco, andando oltre le metriche tradizionali e favorendo decisioni tattiche basate sui dati. L'uso delle statistiche nel basket è diventato fondamentale per allenatori e dirigenti nella valutazione delle prestazioni dei giocatori e nella pianificazione strategica delle partite. Questo ha portato a cambiamenti significativi, come, ad esempio l'aumento del tiro da tre punti ed un'attenzione specifica sull'efficienza di gioco sia offensiva che difensiva, scelte che hanno influenzando decisioni chiave come le rotazioni dei giocatori, le tattiche di gioco, e persino le strategie di mercato nella costruzione delle squadre. La statistica non solo aiuta a interpretare meglio il passato, ma è diventata uno strumento cruciale per migliorare le prestazioni future e sviluppare nuove strategie.

Capitolo 1

Parte Teorica

Il basket nacque nel 1891 a Springfield, Massachusetts, grazie al professore di educazione fisica James Naismith. Naismith fu incaricato di trovare un gioco che potesse essere praticato al chiuso durante i freddi inverni del New England per la squadra di football americano della sua scuola. Ebbe un'idea che combinava l'uso della palla con una serie di regole semplici, tra cui il divieto di correre con la palla e la necessità di lanciare la palla in un cesto appeso in alto. All'inizio questo sport era pensato solo per gli studenti della YMCA, ma guadagnò rapidamente popolarità, prima negli Stati Uniti e poi in tutto il mondo, grazie alla facilità di organizzazione e alla flessibilità del gioco. Circa cinquant'anni dopo, l'evoluzione del basket negli Stati Uniti portò alla nascita della NBA (National Basketball Association) nel 1946, oggi considerata il campionato professionistico di basket più importante al mondo. La NBA ha reso il basket uno sport praticato in tutto il mondo, grazie anche a figure iconiche come Michael Jordan, che hanno reso il gioco una vera e propria esperienza mediatica e culturale. L'NBA ha rivoluzionato questo sport, il suo impatto è stato così grande che la lega oggi conta

milioni di fan nel mondo, con una copertura televisiva globale e una forte presenza sui social media. Secondo i dati recenti, il basket è tra gli sport più seguiti al mondo, con la NBA che attira oltre 2 miliardi di telespettatori ogni anno (European Basketball Player Development).

1.1 Diffusione del basket in Europa e crescita dell'Eurolega

In Europa, il basket ha seguito un percorso differente rispetto a quello americano e in certi aspetti parallelo. La diffusione iniziale è stata favorita dai legami internazionali e dall'influenza americana dopo la seconda guerra mondiale. A differenza dell'NBA, però, il basket europeo si è evoluto in una direzione più orientata alla tattica e al lavoro di squadra, con una maggiore enfasi sulle dinamiche difensive. Il campionato europeo più prestigioso, l'Eurolega, fondato nel 2000, rappresenta oggi la massima espressione del basket in Europa. Nel 2019, la finale di Eurolega ha attirato oltre 400 milioni di spettatori, dimostrando che il basket europeo si sta avvicinando sempre di più alla popolarità di quello americano, competendo con l'NBA sul piano globale. Uno dei fattori che ha aiutato questa crescita è stata l'introduzione di regolamenti simili a quelli dell'NBA, come l'aumento della spettacolarità e del ritmo del gioco. Tuttavia, le squadre europee tendono a giocare un basket più basato sulla disciplina tattica e sulla circolazione della palla, un approccio che viene spesso considerato più "tecnico", rispetto al dinamismo atletico dell'NBA.

1.2 Differenze culturali e stili di gioco

Con l'aumento della globalizzazione dello sport, si è assistito ad un crescente scambio tra NBA ed Eurolega, sia in termini di giocatori che di stili di gioco. Oggi, quasi un quarto dei giocatori dell'NBA proviene da paesi esterni agli Stati Uniti, con molte stelle europee, come Luka Dončić e Giannis Antetokounmpo, che hanno un enorme impatto sulla lega. Allo stesso modo, alcuni elementi del gioco NBA, come la spettacolarità e l'atletismo, hanno iniziato a influenzare anche il gioco europeo.

Diversi studi, tra cui quello pubblicato su PLOS ONE (2019), hanno dimostrato che, sebbene le differenze tra i due campionati rimangano significative, le strategie offensive e difensive stanno lentamente convergendo. La modifica della linea dei tre punti nell'Eurolega nel 2010, spostata a 6,75 metri per avvicinarsi agli standard NBA, ha reso il tiro da tre un aspetto cruciale anche nel basket europeo, dimostrando come le influenze tra i due campionati siano reciproche.

1.3 Impatto economico e sociale del basket

Il basket, oltre ad essere uno sport amato in tutto il mondo, ha un impatto economico significativo. L'NBA genera miliardi di dollari ogni anno, grazie ai diritti televisivi, al merchandising e agli sponsor globali. La crescita economica dell'Eurolega, sebbene sia minore, è altrettanto rilevante. Il basket è diventato non solo importante dal punto di vista economico per molte nazioni, ma anche un fenomeno sociale e culturale. Giocatori come Dirk Nowitzki e Pau Gasol

hanno influenzato il gioco sul campo e ispirato generazioni di giovani appassionati di basket in tutto il mondo.

In sintesi, il basket ha compiuto un viaggio straordinario dalle sue umili origini di semplice gioco per studenti a sport globale, raggiungendo un enorme impatto culturale, sociale ed economico. La diffusione mondiale e le differenze culturali hanno arricchito lo sport, dando vita a una varietà di stili di gioco che rendono il basket uno degli sport più seguiti e amati al mondo.

1.4 Statistica nello sport

L'importanza della statistica ha acquisito un valore sempre maggiore con il passare degli anni, perché influenza il modo in cui vengono prese decisioni, ed inoltre viene utilizzata per sviluppare strategie e analizzare le prestazioni dei giocatori. Non si limita a fornire numeri grezzi, ma è uno strumento per dare una comprensione più profonda del gioco, migliorare le performance e costruire squadre vincenti. Questa rivoluzione statistica ha avuto un impatto profondo su una vasta gamma di sport, come il basket, il calcio, il baseball e il football americano.

Il baseball è stato uno dei primi sport ad adottare l'analisi statistica su larga scala, grazie alla *sabermetrica*, una disciplina che ha rivoluzionato il modo in cui vengono valutati i giocatori e prese decisioni strategiche. Il primo che ha adottato questo nuovo metodo è stato Bill James. La *sabermetrica* era definita dallo stesso studioso come: "La ricerca per la conoscenza oggettiva del baseball". Grazie a questo nuovo metodo di studio creò modelli statistici complessi per analizzare ogni aspetto del gioco, dimostrando

che le squadre potevano ottenere vantaggi significativi utilizzando dati basati sull'aspetto statistico e non solo su dati soggettivi. Questo approccio è stato reso popolare nel mainstream con il libro *The Bill James Historical Baseball Abstract*(1984) e il film *Moneyball*, che racconta come gli Oakland Athletics, utilizzando la sabermetrica, abbiano costruito una squadra competitiva con un budget ridotto . Un contributo chiave nel basket, legato all'uso delle statistiche avanzate, è stato fornito da John Hollinger, noto per aver sviluppato il Player Efficiency Rating (PER). Questo indice statistico è descritto in dettaglio nel suo articolo "Pro Basketball Forecast"(2002), in cui Hollinger introduce un sistema di valutazione che tiene conto di ogni contributo statistico di un giocatore, dal numero di punti segnati ai rimbalzi, passando per gli assist, i blocchi e le palle perse.

Nel basket, una figura fondamentale che ha rivoluzionato l'aspetto statistico di questo sport è Dean Oliver, il quale ha introdotto i Four Factors (percentuale di tiri dal campo efficace, rimbalzi offensivi, turnover e tasso di tiri liberi). Questi quattro fattori, spiegati nel suo libro *Basketball on Paper* (2004), sono stati i pilastri utilizzati per misurare l'efficienza offensiva e difensiva di una squadra. Oliver ha dimostrato che questi elementi sono tra i maggiori predittori del successo di una squadra sul campo(*European Basketball Player Development*).

Nel calcio, l'uso delle statistiche avanzate è diventato fondamentale per migliorare le prestazioni delle squadre e prendere decisioni tattiche più informate. Metrica come gli Expected Goals (xG), introdotta da Opta e StatsBomb, permette di valutare la qualità delle occasioni da gol create,

andando oltre il semplice conteggio dei tiri. Gli xG calcolano la probabilità che un tiro risulti in gol, considerando fattori come la posizione, la pressione difensiva e la parte del corpo utilizzata. Oltre agli xG, vengono utilizzati indicatori come gli Expected Assists (xA), che misurano la probabilità che un passaggio diventi un assist. Queste statistiche aiutano allenatori e dirigenti a valutare i giocatori in modo più approfondito, migliorando le scelte di mercato e le strategie di gioco

1.5 Articoli di riferimento

1.5.1 Trends in NBA and Euroleague basketball: Analysis and comparison of statistical data from 2000 to 2017

Come specificato nell'introduzione, la tesi ha lo scopo di confrontare, dal punto di vista statistico, i due più grandi campionati di basket al mondo: l'NBA e l'Eurolega. A questo fine, vengono paragonati gli andamenti di diverse variabili tra gli anni 2000 e 2017, così da verificare, nel corso del tempo, se le competizioni stiano convergendo. La letteratura su questo aspetto è varia, la tesi prende in considerazione l'articolo Trends in NBA and Euroleague basketball: Analysis and comparison of statistical data from 2000 to 2017 (2019), nel quale vengono studiati e analizzati i comportamenti di variabili di tiro, come tiri liberi tentati Tot.FTA, tiri liberi segnati Tot.FTM, tiri da due punti tentati Tot.P2A, tiri da tre tentati Tot.P3A, o variabili concentrate sulla difesa, come rimbalzi difensivi Tot.DRB, blocchi totali Tot.BLK, o percentuali, come ad esempio:

percentuale tiri liberi segnati $F.FT_{pct}$, percentuale tiri da due segnati $F.P2_{pct}$, percentuale tiri da tre segnati $F.P3_{pct}$. I dati che vengono usati per questo articolo sono una lista delle partite di Eurolega ed NBA tra gli anni 2000 e 2017, ogni gara è definita da due righe del dataset, una rappresenta la squadra di casa, l'altra quella in trasferta. È stata fatta un'analisi esplorativa delle tendenze nel basket, con variabili suddivise per competizione, stagione regolare vs playoff, e partite in casa vs fuori casa. È stato applicato un modello statistico per quantificare le medie e le tendenze nel confronto tra NBA ed Eurolega. Usando un approccio di inferenza bayesiana tramite Stan, il modello ha calcolato le medie stagionali e le tendenze lineari, eseguendo iterazioni per ridurre errori di stima, senza problemi di convergenza. Le analisi vengono fatte su diversi aspetti del gioco, così da avere un'idea generale completa delle affinità dei due campionati.

- Pace: Il numero di possessi per partita è significativamente più alto nell'NBA rispetto all'Eurolega, anche tenendo conto della diversa durata delle partite. Il fatto che ci sia un ritmo più veloce nell'NBA è attribuito a cambiamenti nelle regole, mentre l'Eurolega ha ridotto il numero di possessi dopo un aumento iniziale legato alla riduzione del tempo di tiro.
- Rotazione dei giocatori: L'uso del numero dei giocatori è aumentato in entrambe le leghe, specialmente nell'Eurolega, a causa dell'aumento dell'intensità del gioco. L'entropia misura questa rotazione: un valore più alto indica una maggiore rotazione tra i giocatori, in questo modo il ritmo e le performance dei cestisti

rimangono più alte. Tuttavia, non ci sono differenze significative nelle medie tra le due leghe durante il periodo di osservazione.

- Tiri: La percentuale di tiri liberi è più alta nell’NBA, con una differenza di circa il 2.3%. Il numero di tiri liberi tentati è diminuito in entrambe le leghe, in quanto la difesa cerca di concederne meno, con l’Eurolega che ha mostrato un calo maggiore. I tentativi di tiro da due punti sono più frequenti e più precisi nell’Eurolega, mentre nell’NBA i tentativi da tre punti sono aumentati notevolmente.
- Assist, stoppate, palle rubate e turnover: emergono differenze significative tra NBA ed Eurolega. L’Eurolega ha meno assist (-3.3) e stoppate (-1.5), ma più palle rubate (+2.7) e turnover (+3.3 per 100 possessi) rispetto all’NBA. Tuttavia, nel tempo, l’Eurolega ha mostrato tendenze che la avvicinano ai livelli NBA per assist, stoppate e palle rubate, mentre il numero di turnover è in calo in entrambe le competizioni.
- Personal fouls: Il numero di falli è maggiore nell’Eurolega (+6.6 per 100 possessi), ma in entrambe le competizioni sta diminuendo leggermente. In Eurolega, le squadre stanno migliorando nel ridurre i tiri liberi concessi per fallo, mentre in NBA questa efficienza è minore. Si è capito che concedere tiri liberi è una componente pesante che grava sui punti subiti, in quanto è il tipo di canestro con maggiore realizzazione.
- Rimbalzi: Il numero totale di rimbalzi è simile tra NBA ed Eurolega, ma nell’Eurolega è aumentato nel tempo,

mentre nell’NBA è rimasto stabile. Il tasso di rimbalzi difensivi è significativamente più alto nell’NBA, grazie soprattutto all’atletismo dei centri difensivi.

- Vantaggio della squadra di casa: In entrambe le leghe, le squadre di casa mostrano un vantaggio statistico in tutte le variabili principali. Tuttavia, le variabili legate alle tattiche, come i possessi e i tentativi di tiro, non differiscono significativamente tra le partite in casa e in trasferta, indicando che giocare in casa influisce sull’efficacia, ma non sulle tattiche.

Le conclusioni dell’articolo indicano che la Eurolega sta diventando sempre più simile all’NBA, molte variabili come assist, palle rubate, rimbalzi e schemi di tiro da due e da tre punti stanno convergendo. Tuttavia, l’NBA mantiene un ritmo di gioco più veloce e una maggiore enfasi sull’atletismo, con più stoppate e rimbalzi difensivi. Le regole diverse, come la durata dei quarti e la distanza del tiro da tre, contribuiscono a mantenere alcune differenze. Nonostante le convergenze nelle statistiche, la qualità assoluta dei giocatori NBA rimane superiore, come evidenziato dalle competizioni internazionali e dai salari dei giocatori.

1.5.2 Introduction to Oliver’s Four Factors

Un altro articolo pilastro di questa tesi è Introduction to Oliver’s Four Factors (2017), il quale fornisce un’introduzione allo studio di Dean Oliver Basketball on Paper (2004), in cui si cerca di individuare come quattro tattiche chiave siano legate al successo nel basket. Queste

strategie erano già insegnate negli anni '90 dagli allenatori dell'epoca, tuttavia la novità risiede nello sviluppo statistico e analitico, che ha concesso di comprendere meglio l'importanza di ciascun fattore.

L'articolo descrive l'importanza di ognuno dei quattro fattori. L'Effective Field Goal Percentage (eFG%) è una statistica avanzata utilizzata nel basket per misurare l'efficienza di un giocatore o di una squadra al tiro, considerando che i tiri da tre punti valgono di più rispetto a quelli da due. La formula è la seguente:

$$eFG\% = \frac{FGM + 0.5 \times 3PM}{FGA}$$

in cui FGM è Field goal made, cioè l'insieme di tutti i tiri segnati, 3PM è la variabile per i tiri da tre segnati, e FGA è Field goal attempted, che sta per l'insieme di tiri tentati.

Nel caso una squadra non riesca a segnare ad ogni possesso, la cosa migliore che possa fare è prolungarlo recuperando il rimbalzo per avere una seconda opportunità di segnare. La capacità di rimbalzo offensivo di una squadra si misura con la percentuale di rimbalzi offensivi (OREB%), calcolata dividendo i rimbalzi offensivi per i rimbalzi disponibili dopo un tiro sbagliato.

Un altro aspetto rilevante di questo studio è la capacità di una squadra di ottenere e sfruttare i tiri liberi, una variabile cruciale chiamata Free Throw Rate (FTR). Questa misura rappresenta il rapporto tra i tiri liberi segnati e il totale dei tiri tentati, indicando quanto efficacemente una squadra sfrutti le situazioni di fallo. Il quarto fattore, Turnover Rate (TOR), valuta invece la quantità di palle perse in rapporto ai possessi totali. Questa statistica è fondamentale per comprendere quanto una squadra riesca a mantenere il

controllo della palla durante il gioco, limitando gli errori che possono compromettere la fluidità offensiva e dare opportunità agli avversari. L'insieme di queste variabili offre un quadro completo delle principali dinamiche che influenzano le performance di una squadra, sia dal punto di vista offensivo che difensivo.

Sebbene Oliver abbia introdotto il concetto dei "Four Factors", questi in realtà rappresentano otto fattori complessivi. Oltre alle variabili legate all'attacco, bisogna infatti considerare anche la capacità di una squadra di fermare l'avversario, il che implica calcolare le versioni difensive degli stessi fattori. Per i rimbalzi, si utilizza la percentuale di rimbalzi difensivi (DREB%), che indica quanti rimbalzi difensivi una squadra conquista rispetto ai tiri sbagliati dagli avversari. Quindi, i fattori offensivi e difensivi si dividono rispettivamente in eFG%, TOR, OREB%, FTR per il primo gruppo e oeFG%, oTOR, DREB%, oFTR per il secondo.

Nel basket, ogni aspetto della partita ha un valore relativo, anche dal punto di vista intuitivo, infatti una squadra che ha alte percentuali al tiro avrà più possibilità di vincere rispetto ad una che ha molti rimbalzi offensivi. Oliver ha attribuito un peso specifico ad ognuno dei quattro fattori per valutare quanto questi contribuiscano alla vittoria di una squadra: 40% al tiro, 25% alle palle perse, 20% ai rimbalzi, 15% al tasso di tiri liberi.

Successivamente, l'articolo applica una regressione lineare ad un modello in cui si studia quanto gli otto fattori siano rilevanti al fine di vincere le partite. Il modello senza intercetta parte dall'equazione che collega il numero di vittorie ai vari fattori (eFG%, TOR%, OREB%, FTRate, e

i loro equivalenti difensivi):

$$\begin{aligned} wins = & \beta_1 \times eFG\% + \beta_2 \times TOV\% + \beta_3 \times OREB\% + \beta_4 \times FTRate \\ & + \beta_5 \times oeFG\% + \beta_6 \times oTO\% + \beta_7 \times DREB\% + \beta_8 \times oFTRate \end{aligned}$$

Nel modello senza intercetta, il numero di vittorie viene espresso come una funzione lineare di otto fattori (efg, tov, oreb, ftr e le loro controparti difensive). I coefficienti associati ai vari fattori sono ottenuti tramite una regressione lineare a minimi quadrati, con i seguenti valori:

Tabella 1.1: Tabella dei coefficienti dei Four Factors sul numero di vittorie in una stagione

Variabili	Coefficiente
eFG%	351.1146
TOV%	-287.2934
OREB%	137.1432
FTRate	41.0642
oeFG%	-409.9348
oTOV%	289.4278
DREB%	58.7066
oFTRate	-70.4028

Alla luce di questi risultati possiamo affermare che i segni dei coefficienti sono corretti con la logica del gioco: un alto valore della percentuale effettiva di realizzazione o del tasso di palle perse degli avversari aumentano le probabilità di vittoria. Poi, l'articolo mostra un ottimo adattamento del modello ai dati, il coefficiente di determinazione (R^2) è 0.9138, indicando che spiega circa il 91% della varianza nel numero di vittorie.

Aggiungendo l'intercetta al modello, si ha un piccolo miglioramento nel R^2 rispetto al modello senza intercetta, dato che si aggiunge una nuova variabile. Tuttavia, il

miglioramento è trascurabile, e il p-value indica che la pendenza del modello è anch'essa irrilevante. Nonostante ciò, si decide di mantenere il modello con intercetta per esplorarne i risultati.

I pesi dei fattori nel modello con intercetta sono simili a quelli del modello senza intercetta, distribuiti come segue: Tiro: 44.5990%, Turnover: 34.1605%, Rimbalzi: 15.5112%, Tiri liberi: 5.7293%. Come nel modello precedente, i turnover sono valutati più di quanto suggerito da Oliver, mentre i tiri liberi continuano a ricevere un peso ridotto. Per quanto riguarda la previsione del numero di vittorie, il modello con intercetta offre un leggero miglioramento complessivo, sebbene lo scenario peggiore risulti più marcato rispetto al modello senza intercetta. Ad esempio, per i Boston Celtics vengono previste 45.8309 vittorie contro le 53 vittorie effettive (la predizione meno accurata). Per i New York Knicks, il modello dell'articolo prevede 38.0212 vittorie rispetto alle 31 vittorie reali. In compenso, le previsioni per i Miami Heat e gli Oklahoma City Thunder risultano migliorate e più vicine ai dati reali rispetto al modello precedente.

I Quattro Fattori di Oliver forniscono le basi per un'analisi intuitiva di come una singola azione offensiva possa influenzare il risultato finale di una partita, permettendo di quantificare l'impatto del completamento di un possesso sulle vittorie. Per vincere nell'NBA, è fondamentale trovare un equilibrio tra rimbalzi, punteggio, gestione della palla e attacco al canestro. L'idea di base è semplice: segnare ogni volta che è possibile e, quando non accade, prendere rimbalzi per ottenere seconde possibilità e, come diceva l'allenatore dell'autore, "non perdere mai la maledetta

palla”, sottolineando l’importanza di evitare turnover.

1.5.3 Dean Oliver’s Four Factors Revisited

Un altro articolo chiave per le analisi eseguite nella tesi è Dean Oliver’s Four Factors Revisited (2022). Come suggerisce il nome, è un aggiornamento dell’articolo scritto da Dean Oliver Basketball on Paper (2004). L’obiettivo di questo lavoro è esplorare la relazione tra i Quattro Fattori di Oliver e le metriche di efficienza, aggiornando i metodi di stima e analizzando i dati dell’NBA tra il 1996-97 e il 2022-23 per capire meglio l’impatto di ciascun fattore sulle prestazioni delle squadre.

L’offensive rating (ORTG) tradizionalmente si riferisce al numero di punti segnati per 100 possessi. Si calcola con la formula:

$$ORTG = \frac{PTS}{POSS}$$

dove PTS indica i punti segnati dalla squadra e POSS il numero di possessi utilizzati. L’ORTG mostra un miglioramento nell’efficienza offensiva con il passare degli anni dal 1996-97 al 2022-23. Questo è dovuto ad una selezione più ponderata dei tiri e ad una riduzione dei turnover.

Calcolo dei Possessi

Nel basket, i possessi offensivi terminano in tre modi: turnover, canestro segnato (o tiro libero) o rimbalzo difensivo su un tiro sbagliato. Tuttavia, non tutti i tiri liberi terminano un possesso, poiché spesso vengono eseguiti in serie di due o tre. Il calcolo esatto dei possessi richiederebbe l’analisi dei dati play-by-play, ma si preferisce

stimare i possessi tramite i dati del box score. Oliver (2004) ha proposto la seguente approssimazione:

$$POSS = FGA + TOV - ORB + FTA$$

dove FGA sono i tiri tentati, TOV i turnover, ORB i rimbalzi offensivi e FTA i tiri liberi tentati. Per si intende la proporzione di tiri liberi che terminano con un possesso. Questo valore dipende dalla lega e dalla stagione.

Inizialmente, il parametro è stato stimato a 0.44 per l’NBA, tuttavia nel corso degli anni questo valore ha subito dei cambiamenti dovuti a mutazioni nei profili di tiro nelle squadre. Infatti per la stagione NBA 2022-2023, questo valore ha subito un aggiornamento diminuendo a 0.42.

Nonostante subisca delle leggere variazioni tra le squadre, può essere applicato a tutte senza perdere troppa precisione

Defensive Rating (DRTG)

Analogamente all’ORTG, il defensive rating (DRTG) misura i punti concessi per possesso difensivo, utilizzando la formula:

$$DRTG = \frac{PTS_{OPP}}{FGA_{OPP} + TOV_{OPP} - ORB_{OPP} + FTA_{OPP}}$$

dove PTS_{OPP} rappresenta i punti concessi agli avversari, e le variabili con il pedice "OPP" si riferiscono alle statistiche degli avversari.

Net Rating

La net rating di una squadra è definita come la differenza tra il rating di attacco e quello di difesa, e rappresenta

l'efficienza complessiva della squadra:

$$netRTG = ORTG - DRTG$$

In sintesi, questo capitolo discute le formule per calcolare l'efficienza offensiva e difensiva delle squadre utilizzando dati sui possessi e sui tiri liberi, e di come questi concetti si siano evoluti con i cambiamenti nel gioco NBA nel corso degli anni.

Four Factors

Come nell'articolo Introduction to Oliver's Four Factors (2017), si ha una descrizione dei Quattro Fattori introdotti da Oliver (2004), inoltre in esso si propongono alcune semplificazioni per calcolare il tasso di rimbalzi offensivi e una scala diversa per misurare i turnover.

Innanzitutto la percentuale effettiva di realizzazione ($eFG\%$) serve per misurare l'efficacia nei tiri dal campo, tenendo conto che i tiri da tre punti hanno un valore maggiore. La formula utilizzata somma metà dei tiri da tre punti ai tiri realizzati e divide tutto per i tiri tentati, in questo modo permette di dare il giusto peso all'efficienza al tiro, includendo l'importanza dei tiri da tre rispetto ai tiri da due.

$$eFG\% = \frac{FGM + 0.5 \cdot 3PM}{FGA}$$

Il tasso di tiri liberi (FTr), invece, misura quanto una squadra è abile a ottenere e segnare tiri liberi rispetto ai tiri tentati dal campo. Entrambi questi indici ignorano i turnover, concentrandosi solo sull'efficienza al tiro.

$$FTr = \frac{FTM}{FGA}$$

La variabile $ORB\%$ valuta l'efficienza della squadra nel recuperare i rimbalzi sui propri tiri sbagliati. Tuttavia, nei box score NBA, non si tiene conto dei rimbalzi "di squadra" che avvengono in situazioni come un rimbalzo fantasma dopo un tiro libero sbagliato. Per semplificare, il testo propone una formula approssimativa che ignora i rimbalzi derivati da tiri liberi sbagliati, poiché sono piuttosto rari.

$$ORB\% = \frac{ORB}{FGA + FGM}$$

Il tasso di palle perse tradizionale è una percentuale che misura la frequenza con cui una squadra perde palla rispetto ai tentativi di tiro e ai tiri liberi che terminano un possesso. In questo lavoro, però, si usa una formula che tiene conto dei rimbalzi offensivi, così da avere una stima più completa del possesso.

$$TOV\% = \frac{TOV}{FGA + TOV - ORB + \mu \cdot FTA}$$

I dati mostrano che dal 1996-97 al 2022-23, la percentuale effettiva di realizzazione (eFG %) è aumentata, grazie all'enfasi sui tiri da tre punti, mentre gli altri fattori, come i tiri liberi, i rimbalzi offensivi e i turnover sono diminuiti. Questo riflette come il gioco sia cambiato negli ultimi anni, con un focus maggiore sull'efficienza nei tiri e una riduzione degli errori come i turnover.

Una parte fondamentale di questo articolo è la proposta di una formula che esprime una misura sulla qualità dell'attacco: offensive rating (ORTG). Questo valore è costruito come funzione dei Quattro Fattori (percentuale effettiva di realizzazione, tasso di palle perse, tasso di rimbalzi offensivi e tasso di tiri liberi), insieme alle

percentuali di tiro dal campo ($FG\%$) e dei tiri liberi ($FT\%$).
La formula è:

$$ORTG = \frac{(1 - TOV\%) \cdot (FT_r + eFG\%)}{1 - ORB\% \cdot (1 - FG\%) + \frac{FT_r}{FT\%}}$$

dove

μ rappresenta la frequenza dei tiri liberi che terminano il possesso. Questa

I Quattro Fattori, insieme alle percentuali di tiro (sia dal campo che dai liberi), forniscono tutte le informazioni necessarie per calcolare l'efficienza offensiva di una squadra (ORTG). Infatti, l'articolo propone anche una sua rappresentazione moltiplicativa, che scompone l'efficienza offensiva di una squadra in tre componenti:

$$ORTG = xPOSS \cdot xSHOT \cdot xEFF$$

Dove

- $xPOSS = (1 - ORB\% \cdot (1 - FG\%) + \mu \cdot FT_r / FT\%) - 1$ rappresenta la capacità di ottenere possessi extra. Questa misura aumenta con i rimbalzi offensivi e i riti che terminano il possesso, così da ridurre l'impatto dei tiri sbagliati.
- $xSHOT = 1 - TOV\%$ indica la probabilità che un possesso si trasformi in un tentativo di tiro, diminuisce con l'aumento delle palle perse.
- $xEFF = 2eFG\% + FT_r$ è una variabile più completa che misura la percentuale effettiva di realizzazione, rappresenta i punti attesi per ogni tentativo di tiro, sia dal campo che libero.

Questa rappresentazione moltiplicativa è utile perché descrive l'ORTG come il prodotto di componenti indipendenti, semplificando l'interpretazione dell'efficienza offensiva. Ad esempio, un aumento del 10% nell'ORTG può essere ottenuto aumentando uno qualsiasi dei fattori del 10% o ciascuno di essi di circa il 2,2%.

La stessa scomposizione può essere applicata alla difesa (DRTG), evidenziando tre modi per limitare il punteggio degli avversari: riducendo i possessi extra, aumentando le palle perse degli avversari o abbassando la loro efficienza al tiro.

Infine, questa parte dell'articolo propone una scomposizione semplificata in due componenti:

$$ORTG = xVOL \cdot xEFF$$

dove $xVOL$ rappresenta il numero atteso di tentativi di tiro per possesso e $xEFF$ il numero atteso di punti per tentativo di tiro. Questa scomposizione è illustrata attraverso un'analisi dei dati NBA dal 1996-97 al 2022-23, che mostra come l'efficienza offensiva sia aumentata nel tempo, con le squadre che si spostano verso valori più alti di $ORTG$ negli ultimi decenni.

Capitolo 2

Dati e Metodi

2.1 Dati

Il dataset utilizzato in questa tesi è lo stesso presentato nell'articolo "Trends in NBA and Euroleague basketball: Analysis and comparison of statistical data from 2000 to 2017" (2019), ottenuto dai dati dei box score dell'NBA e dell'Eurolega relativi alle stagioni dal 2000 al 2017. Le fonti principali da cui sono stati ricavati i dati sono i siti:

- www.basketball-reference.com
- www.euroleague.net

Il dataset include le partite giocate nei due campionati durante questo periodo. Ogni partita è rappresentata da due righe nel dataset, una per la squadra di casa e una per la squadra ospite. Per l'NBA sono presenti 20.525 partite di stagione regolare e 1.382 partite di play-off. Per l'Eurolega i dati sono più limitati, con 2.516 partite di stagione regolare e 1.242 partite di play-off. Sono stati raccolti dati per 51 variabili, tuttavia nella tesi vengono prese in considerazione solo alcune di queste, tra cui i Quattro Fattori di Oliver:

$$F.EFG = \frac{P2M + 1.5 \cdot P3M}{P2A + P3A} \quad e \quad F.oEFG$$

Percentuale effettiva di realizzazione dal campo e la corrispettiva della squadra avversaria, come spiegato precedentemente nella presentazione degli articoli. Misura l'efficacia al tiro, ponderando i tiri da tre punti con un valore superiore rispetto a quelli da due.

$$F.ORB = \frac{Tot.ORB}{Tot.ORB + opponents \quad Tot.DRB}$$

Tasso di rimbalzi offensivi valuta la capacità di una squadra di ottenere rimbalzi offensivi. Si calcola come il rapporto tra i rimbalzi offensivi totali e la somma dei rimbalzi offensivi della squadra e i rimbalzi difensivi degli avversari.

$$F.TOR = \frac{Tot.TOR}{F.NP} \quad e \quad F.oTOR$$

Il tasso di palle perse misura la percentuale di palle perse rispetto ai possessi totali. È applicato sia per la squadra che per gli avversari.

$$F.FTR = \frac{FTM}{P3A + P2A} \quad e \quad F.oFTR$$

Il tasso di tiri liberi indica quanto una squadra sia abile nell'ottenere tiri liberi e segnarli in proporzione ai tiri dal campo tentati. È utilizzata sia per la squadra sia per la squadra avversaria.

$$F.DRB = \frac{Tot.DRB}{Tot.ORB + opponents Tot.DRB}$$

Misura la capacità di una squadra di ottenere rimbalzi difensivi. È calcolata come il rapporto tra i rimbalzi difensivi e la somma dei rimbalzi difensivi della squadra e i rimbalzi offensivi degli avversari.

$$F.NP = P2A + P3A + 0.5 \cdot FTA + TOR$$

Questa variabile misura il numero di possessi durante una partita. A differenza degli articoli Dean Oliver's Four Factors Revisited (2022) e Introduction to Oliver's Four Factors (2017), è calcolata approssimando il valore di a a 0.5 invece che 0.44, poi ignora anche l'effetto dei rimbalzi offensivi che possono prolungare un possesso.

$$PaceAdj.Tot.P3A = \frac{Tot.P3A}{F.NP}$$

Misura il numero di tiri da tre tentati per possesso, permettendo il confronto tra NBA ed Eurolega, nonostante la differenza di durata dei quarti.

Al fine di creare un indice che riassume la performance offensiva e difensiva delle squadre, sono state elaborate ulteriori variabili derivate da quelle già esistenti, come indicato nell'articolo Dean Oliver's Four Factors Revisited (2022). In particolare, l'indice offensivo ORTG è definito come:

$$ORTG = \frac{(1 - F.TOR) \cdot (F.FTR + F.EFG)}{1 - F.ORB \cdot (1 - FG\%) + \frac{F.FTR}{F.FT_{pct}}}$$

Questo indice tiene conto dei Four Factors, oltre a delle variabili aggiuntive come la percentuale di tiri dal campo ($FG\%$) e la percentuale di tiri liberi segnati ($F.FTpct$), ed è costruito per misurare l'efficacia offensiva di una squadra. Si può notare che la relazione tra l'indice di performance e i Quattro Fattori sia non lineare, per esempio le palle perse hanno un valore maggiore per le squadre che hanno una grande efficacia di realizzazione, poiché perdono un numero superiore di punti attesi. Allo stesso modo, squadre che hanno una bassa percentuale di realizzazione beneficiano di più da un alto tasso di rimbalzi offensivi. Per misurare la performance difensiva, si utilizza un indice gemello chiamato DRTG, che rappresenta la versione difensiva dell'ORTG:

$$DRTG = \frac{(1 - oF.TOR) \cdot (oF.FTR + oF.EFG)}{1 - oF.ORB \cdot (1 - oFG\%) + \frac{oF.FTR}{oF.FTpct}}$$

L'indice riflette la bravura della squadra di limitare l'efficienza offensiva dell'avversario, calcolando come l'altra squadra performa in attacco. Per determinarlo è necessario utilizzare il tasso di rimbalzi offensivi avversario ($F.oORB$), il quale si ricava facendo il complementare a 1 del tasso dei rimbalzi difensivi ($F.DRB$). Inoltre, è stata introdotta la variabile possessi extra ($xPOSS$) per quantificare i possessi guadagnati ottenuti tramite rimbalzi offensivi e tiri liberi:

$$XPOSS = \left(1 - F.ORB \cdot (1 - F.EFG) + \mu \cdot \frac{F.FTR}{F.FTpct} \right) - 1$$

Questa variabile tiene conto dei rimbalzi offensivi, che "annullano" i tiri sbagliati, e dei tiri liberi, che aumentano il numero di possessi utilizzati dalla squadra. È importante perché il rimbalzo in attacco permette di dare una seconda possibilità per fare canestro. La variabile tentativi di tiro ($xSHOT$) misura la probabilità che un possesso porti ad un tiro, escludendo i turnover:

$$XSHOT = 1 - F.TOR$$

Un'alta percentuale di palle perse riduce le opportunità di tiro, influenzando negativamente l'efficienza offensiva. Infine, la variabile efficacia al tiro ($xEFF$) misura la capacità di segnare di una squadra e indica quanti punti si aspetta di ottenere per ogni tentativo di tiro:

$$XEFF = 2 \cdot F.EFG + F.FTR$$

Questa variabile mette in evidenza l'importanza sia della percentuale di efficacia dal campo, sia del tasso di tiri liberi nell'ottenere punti.

Questi indici forniscono una visione più dettagliata e completa delle prestazioni delle squadre, combinando le statistiche offensive e difensive per valutare l'efficienza complessiva.

È importante fornire una visione d'insieme delle medie delle variabili chiave per l'NBA e l'Eurolega al fine di comprendere meglio il contesto generale delle due competizioni negli ultimi 17 anni. Questo approccio ci permette di avere un'idea chiara della situazione globale, evidenziando somiglianze e differenze di base tra i due campionati. Successivamente, attraverso un'analisi approfondita, sarà possibile individuare dove le variabili differiscono maggiormente, permettendoci di approfondire i fattori che contribuiscono a tali discrepanze e comprendere le dinamiche di ciascuna lega.

Tabella 2.1: Media dei Quattro Fattori, del numero di possessi e dei tiri da tre negli anni 2000-2017

League	F.EFG	F.ORB	F.FTR	F.TOR	F.oEFG	F.DRB	F.oFTR	F.oTOR	F.NP	PaceAdj.Tot.P3A
Euroleague	0.525	0.300	0.259	0.161	0.525	0.700	0.259	0.161	83	0.247
NBA	0.493	0.265	0.230	0.129	0.493	0.735	0.230	0.129	107	0.172

F.EFG e F.oEFG: La percentuale effettiva di realizzazione dal campo e la variabile corrispettiva degli avversari sono più alte in Eurolega (0.525) rispetto all'NBA (0.493). Questo potrebbe indicare che le squadre europee tendono a fare tiri più selezionati e precisi, mentre l'NBA, con un gioco più veloce e dinamico, potrebbe favorire più tentativi di tiro, ma meno accurati.

F.ORB e F.DRB: L'NBA ha un tasso di rimbalzi offensivi (0.265) leggermente inferiore rispetto all'Eurolega, che raggiunge 0.300. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che in America si ha un attacco meno organizzato di quello europeo, quindi la posizione dei giocatori nella fase offensiva non è ottimale per poter guadagnare una seconda opportunità. A causa dello stesso motivo, in NBA si ha una percentuale di rimbalzi difensivi maggiore rispetto all'altro campionato.

F.TOR e F.oTOR: Il tasso di palle perse è inferiore nell'NBA (0.129) rispetto all'Eurolega (0.161). Intuitivamente, i dati potrebbero comunicare un risultato diverso da quello atteso: possessi più veloci e meno curati provocherebbero un minore controllo che causerebbe una palla persa. Tuttavia, parallelamente a possessi offensivi rapidi, si hanno transizioni difensive di poca qualità. Quindi si ha poco tempo per mettersi in posizione per proteggere il canestro e mettere pressione al portatore di palla.

F.FTR e F.oFTR: Anche il tasso di tiri liberi è più alto in Eurolega (0.259) rispetto all’NBA (0.230), indicando una maggiore propensione a subire falli o a capitalizzare su di essi. Questo potrebbe riflettere un gioco tatticamente più lento in Eurolega, che porta la difesa a spendere più falli al fine di fermare il ritmo del gioco.

F.NP: Esaminando il numero di possessi medi per partita, emerge una differenza significativa tra NBA ed Eurolega: 107 possessi in NBA contro 83 nell’Eurolega. Questo distacco è approssimativamente del 130% e supera il 120% previsto. Ciò significa che la differenza non può essere spiegata solo dalle differenze nella durata della partita. Di conseguenza, la disparità è anche dovuta ad uno stile di gioco molto più rapido e dinamico nell’NBA, dove le squadre hanno più opportunità offensive per partita. Nell’Eurolega, invece, il ritmo di gioco è più lento e riflette una maggiore attenzione alla gestione dei possessi e alla tattica difensiva. Questo indica che le squadre NBA cercano di sfruttare di più le transizioni rapide, mentre nell’Eurolega si tende a controllare maggiormente il ritmo.

PaceAdj.Tot.P3A: L’Eurolega registra un maggior numero di tiri da tre punti tentati per possesso (0.247) rispetto all’NBA (0.172), il che può suggerire che le squadre europee si concentrano maggiormente su tiri da tre punti, in parte a causa della differenza nella distanza dell’arco e di un ritmo di gioco più lento, quindi con opportunità più costruite, così da poter prendere un tiro da lontano senza avere un difensore davanti.

In sintesi, queste differenze riflettono stili di gioco distinti: l’NBA tende ad avere un ritmo più rapido e fisico, con un’enfasi sulla transizione, mentre l’Eurolega si distingue per un gioco più tattico, con un uso più frequente dei tiri da tre e una maggiore attenzione alla precisione. ORTG (Offensive Rating): Entrambe le leghe hanno lo stesso

Tabella 2.2: Confronto degli aspetti specifici tra Eurolega e NBA

League	XPOS		XSHOT		XEFF	
	2000-05	2012-17	2000-05	2012-17	2000-05	2012-17
Euroleague	0.993234	1.039287	0.8356025	0.8416469	1.334241	1.238104
NBA	1.0257738	1.016765	0.8679574	0.8741850	1.186200	1.216178

valore (1.07), questo può indicare che, nonostante le differenze di stile di gioco, l’efficacia offensiva generale delle squadre è simile.

DRTG (Defensive Rating): L’Eurolega mostra un rating difensivo più alto (1.13 rispetto all’1.07 della NBA). I valori potrebbero essere una conseguenza del fatto che le squadre europee concedono più punti

rispetto alle squadre NBA, forse a causa di una difesa meno fisica o meno efficace e attacchi più costruiti.

XPOSS (possessi extra): Le due leghe hanno valori identici (1.02), suggerendo che i possessi extra ottenuti attraverso rimbalzi offensivi e tiri liberi sono simili in entrambe le competizioni, nonostante le differenze nel ritmo di gioco e nello stile.

XSHOT (tentativo di tiro): La NBA ha un valore più alto (0.872 contro 0.833), il che significa che è più probabile che un possesso in NBA porti a un tentativo di tiro, forse a causa di un ritmo di gioco più veloce e meno turnover.

XEFF (Efficacia al tiro): L'Eurolega mostra un valore di 1.28, più alto rispetto all'1.21 della NBA. Questo potrebbe indicare una maggiore enfasi sulla precisione nei tiri, mentre nell'NBA, nonostante ci siano più tentativi, l'efficienza complessiva dei tiri è leggermente inferiore.

In sintesi, le principali differenze riguardano la difesa e l'efficienza al tiro, dove l'Eurolega sembra favorire un gioco più tattico e preciso, mentre l'NBA punta su un numero maggiore di possessi e tentativi di tiro, mantenendo però una difesa più solida.

2.2 Metodi

2.2.1 Introduzione al Modello GLM

I modelli lineari generalizzati (GLM) sono uno strumento fondamentale per analisi statistiche. Questi rappresentano un'estensione dei modelli lineari classici, permettono infatti di modellare variabili risposta che non seguono necessariamente una distribuzione normale, ma che appartengono alla famiglia esponenziale, come specificato nell'articolo *Generalized Linear Models* (1972). Questa loro adattabilità li rende ottimi per applicarli alle serie storiche, in cui il principale obiettivo è modellare come una variabile si evolve nel tempo, tenendo conto di trend, cicli e autocorrelazioni. Come descritto da Box, Jenkins e Reinsel nell'articolo *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (2015), le serie storiche richiedono spesso metodi che riescano a gestire la struttura temporale dei dati, superando le limitazioni dei modelli lineari tradizionali.

2.2.2 Il Ruolo dei GLM nelle Serie Storiche

Alle serie storiche viene spesso applicato un modello lineare generalizzato, in quanto consente di trattare le relazioni tra variabile temporale e

variabile risposta in modo robusto, soprattutto quando quest'ultima non segue una distribuzione normale. Per esempio, la regressione di Poisson viene comunemente utilizzata per modellare conteggi di eventi nel tempo, come evidenziato da Cameron e Trivedi in *Regression Analysis of Count Data* (2013). Un altro vantaggio dei GLM è che sono particolarmente efficaci nel trattare variabili binarie o categoriali (per esempio, successo o fallimento), soprattutto per dati che presentano eterogeneità nelle varianze, una condizione spesso osservata nelle serie storiche di conteggi o proporzioni.

Come spiegato da Dobson e Barnett in *An Introduction to Generalized Linear Models* (2008), i GLM possono includere termini polinomiali o di trasformazione, così da poter studiare andamenti non lineari. Ad esempio, in molti contesti storici, il semplice utilizzo di un modello lineare non è in grado di catturare correttamente la complessità dei dati, in quanto la realtà non si riesce sempre a descrivere con una retta. Questo accade quando vi sono cambiamenti accelerati o trend non lineari nel periodo di tempo considerato.

2.2.3 Modellazione delle Interazioni e dei Trend

Una delle principali caratteristiche dei GLM è la loro capacità di gestire interazioni tra variabili temporali e non temporali. Un'interazione tipica nelle serie storiche può essere quella tra il tempo e un'altra variabile categoriale, come nel caso dell'analisi delle performance sportive, dove potrebbe esserci un'interazione tra anno e lega sportiva, come NBA ed Euroleague. Il fatto di utilizzare le interazioni è fondamentale per catturare variazioni che possono non essere immediatamente evidenti da un'analisi senza questo tipo di strumento.

Inoltre, i GLM permettono di includere effetti temporali attraverso la specificazione di termini polinomiali o spline che catturano variazioni meno evidenti nel tempo, come suggerito da Zuur et al. nel *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology* (2009). Ad esempio, in un'analisi della frequenza di turnover nel basket nel corso delle stagioni, un modello con interazione tra stagione e lega può fornire una rappresentazione più accurata di come le dinamiche cambino tra i diversi campionati nel tempo.

2.2.4 Vantaggi dell'Uso dei GLM nelle Serie Storiche

Come detto precedentemente, l'uso dei GLM nelle serie storiche offre numerosi vantaggi, tra cui un'ottima capacità di controllare variabili risposta con distribuzioni non normali, come conteggi, proporzioni o dati categoriali. Un classico esempio è l'uso della regressione logistica per dati binari, come nel caso di previsioni di successo o fallimento di un evento nel tempo. Come mostrato da Dobson e Barnett nell'articolo *An Introduction to Generalized Linear Models* (2008), la capacità di utilizzare diverse funzioni di collegamento (ad esempio, logit o log) rende i GLM versatili in molte applicazioni, dalle previsioni economiche alle analisi sociali.

Un ulteriore vantaggio è la possibilità di includere variabili esplicative categoriali, come l'effetto di diverse leghe sportive su un indicatore di performance, e di modellare interazioni complesse tra queste e il tempo. Questo tipo di modellazione consente di identificare differenze nel tempo tra gruppi, come nel caso delle serie storiche di dati sportivi, dove l'evoluzione delle performance può variare notevolmente tra NBA ed Euroleague.

In conclusione, i modelli lineari generalizzati offrono un ottimo approccio per l'analisi delle serie storiche. Grazie alla loro flessibilità e compatibilità a molti scenari consentono di modellare relazioni complesse tra variabili temporali e non, con una vasta gamma di distribuzioni della variabile di risposta. La loro capacità di gestire dati non normali e di includere interazioni tra variabili li rende uno strumento fondamentale per le analisi in diversi campi, dalle scienze economiche a quelle sportive. Tuttavia, è importante affrontare con attenzione le sfide legate alla dipendenza temporale e alla scelta corretta della funzione di collegamento, per garantire modelli robusti e accurati.

Il modello utilizzato per l'analisi di queste variabili è una serie storica che incorpora sia la variabile temporale *Season*, con una componente quadratica, sia una variabile dummy *League*, rappresentando NBA e Eurolega. La struttura del modello è la seguente:

$$\text{variabile} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Season} + \beta_2 \cdot \text{Season}^2 + \beta_3 \cdot \text{League} + \beta_4 \cdot \text{Season} \cdot \text{League} + \beta_5 \cdot \text{Season}^2 \cdot \text{League} + \varepsilon$$

La componente quadratica della variabile temporale *Season* permette di catturare andamenti non lineari nell'evoluzione dell'NBA lungo l'asse temporale. Questo termine di secondo grado rende il modello flessibile, consentendogli di rilevare tendenze sia ascendenti che discendenti. Questo aspetto è molto importante, in quanto l'NBA ha vissuto diverse fasi

di cambiamento strategico e stilistico, con periodi in cui l'enfasi su specifiche componenti del gioco (come il tiro da tre o l'efficienza offensiva) ha mostrato variazioni importanti.

Per cogliere gli andamenti quadratici dell'Eurolega, sono state inserite le interazioni della variabile *League* con la variabile temporale *Season* e con *Season*². Quella di primo grado *Season · League* serve a catturare i cambiamenti lineari specifici all'Eurolega rispetto all'NBA, permettendo di confrontare l'evoluzione dei due campionati. Allo stesso modo, l'interazione *Season*² · *League* (secondo grado) aggiunge una componente quadratica per l'Eurolega, che rispecchia l'eventuale andamento non lineare delle sue variabili di gioco, consentendo di osservare se vi siano differenze nel ritmo e nella direzione del cambiamento rispetto all'NBA.

2.2.5 Studio degli andamenti delle variabili

In questo capitolo verranno analizzati gli andamenti di diverse variabili, con l'obiettivo di verificare se vi sia una convergenza tra l'NBA e l'Eurolega. Nel corso dell'analisi è emerso che i comportamenti dei Quattro Fattori offensivi sono identici a quelli difensivi. Questo può essere spiegato dal fatto che i dati offensivi di una squadra corrispondono ai dati difensivi dell'altra. Per come è strutturato il dataset, ogni azione offensiva di una squadra rappresenta simultaneamente una situazione difensiva per l'avversaria. Per evitare ridondanze e ripetizioni, i grafici presentati nella tesi riguarderanno solo i Four Factors offensivi, poiché i risultati difensivi sono implicitamente rappresentati.

Numero di Possessi (F.NP)

L'output del modello di regressione lineare generalizzato (GLM) per la variabile numero di possessi (F.NP) ci fornisce una chiara visione di come il numero di possessi per partita evolva nel tempo, sia nell'NBA che nell'Eurolega, con l'inclusione di termini quadratici che permettono di interpretare la curvatura della relazione tra la stagione e i possessi. Vediamo ora un'interpretazione discorsiva e globale dell'andamento dei risultati, senza focalizzarci sui singoli coefficienti isolati, ma analizzando l'andamento complessivo delle variabili nel tempo.

L'intercetta, con un valore di 107.51, rappresenta il numero medio di possessi per partita per l'NBA nella stagione media del campione (ovvero, quando la variabile *Season* è uguale a zero). Questo significa

Tabella 2.3: Coefficienti del Modello della variabile F.NP

Variabile	Stima	Errore Std	Valore t	P-valore
Intercetta	107.51120	0.09587	1,121.42800	< 2e-16
Season	-0.39167	0.02767	-14.15700	< 2e-16
Season ²	0.03460	0.00166	20.83000	< 2e-16
League	-21.41875	0.26554	-80.66100	< 2e-16
Season:League	-0.51608	0.07603	-6.78800	1.15e-11
Season ² :League	0.01263	0.00448	2.82000	0.0048

che, nella prima stagione, le squadre NBA avevano in media circa 107 possessi per partita, un numero che riflette il ritmo piuttosto sostenuto del gioco in quella fase storica.

Per quanto riguarda l'effetto combinato della variabile temporale e del suo termine quadratico, osserviamo una dinamica interessante. Il coefficiente negativo di *Season* (-0.3917) indica un calo sul numero di possessi per partita nell'NBA. Tuttavia, il termine quadratico positivo (0.0346) suggerisce che questa tendenza non è lineare: dopo una fase di declino, il numero di possessi inizia nuovamente ad aumentare. Quindi l'andamento complessivo è parabolico rivolto verso l'alto, con una diminuzione iniziale seguita da un'inversione di tendenza, che potrebbe riflettere l'evoluzione del gioco nell'NBA. All'inizio, le squadre potrebbero aver privilegiato l'efficienza rispetto alla velocità, rallentando così il ritmo del gioco, ma successivamente il ritmo è cominciato ad aumentare. Questa tendenza potrebbe essere causata da una leggera crescita del numero di tiri da tre tentati.

L'effetto della variabile *League*, con un valore di -21.42, ha un p-value < 2e-16 e ci indica che, in media, le squadre europee hanno circa 21 possessi in meno per partita rispetto a quelle NBA. Questa differenza è dovuta al fatto che la durata del tempo di gioco effettivo in Eurolega è di 40 minuti, mentre in NBA è di 50 minuti. Per poter fare una comparazione oggettiva tra le due competizioni, utilizzeremo quindi le percentuali. Dal punto di vista del minutaggio, l'Eurolega gioca 10 minuti in meno rispetto all'NBA, pari al 20% del tempo totale dell'NBA. All'inizio del periodo considerato, anche la differenza nel numero di possessi tra Eurolega e NBA è di circa 20%, indicando che non vi è un distacco sostanziale tra le due leghe in termini di ritmo di gioco.

L'interazione tra *Season* e *League* presenta un coefficiente negativo di -0.5161, significativo (p-value = 1.15e-11), che combinato all'interazione con il termine quadratico ci restituisce un'interpretazione simile a

quella delle squadre NBA. È presente una lieve curvatura che modera la diminuzione del numero di possessi, ciononostante, a differenza del campionato americano alla fine del periodo considerato, si ha un numero di possessi leggermente inferiore rispetto a quello di partenza. Questo ci suggerisce che, a differenza dell’NBA, la variabile F.NP nell’Eurolega diminuisce nel tempo in modo più marcato. Questo potrebbe indicare che le squadre europee hanno continuato a rallentare il ritmo nel corso degli anni, favorendo un gioco più lento e controllato. Quindi c’è una leggera divergenza in questo aspetto del gioco, infatti il numero medio di possessi per partita in NBA alla fine del periodo esaminato è di circa 110, quello dell’Eurolega è 84. Si ha una differenza di quasi 24% negli ultimi anni rispetto al 20% della stagione del 2000.

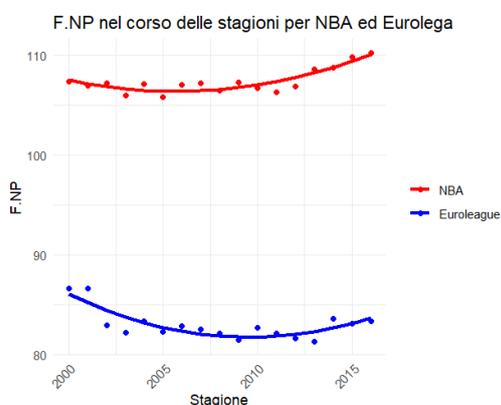


Figura 2.1: Serie storica

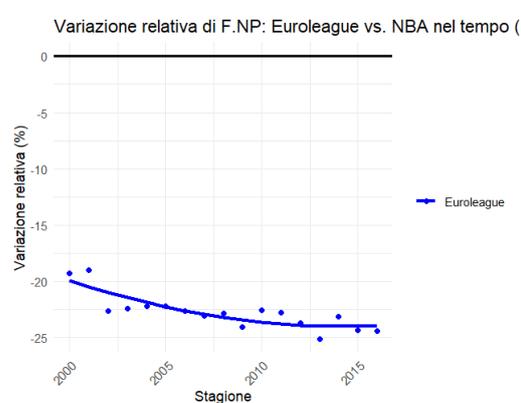


Figura 2.2: Variazione relativa

Nel primo grafico della figura 1, che mostra l’andamento del numero di possessi nel corso delle stagioni per NBA ed Eurolega, si possono vedere chiaramente due andamenti distinti. L’Eurolega (linea blu) parte con un numero di possessi più basso rispetto all’NBA (linea rossa), con valori iniziali di circa 86 rispetto ai 107 dell’NBA. Nel tempo, osserviamo che i possessi nell’Eurolega seguono una tendenza a diminuire fino a un certo punto (intorno al 2010), per poi stabilizzarsi e iniziare a crescere leggermente verso la fine del periodo osservato, arrivando ad un valore di 84. L’NBA, invece, mostra un andamento lievemente crescente, con una leggera diminuzione seguita da un recupero nelle stagioni più recenti, simile a quanto accade nell’Eurolega, ma partendo da un livello superiore.

Nel secondo grafico, che mostra la variazione relativa del numero di possessi tra Eurolega e NBA, vediamo una divergenza iniziale, con l’Eurolega che ha un numero significativamente inferiore di possessi rispetto all’NBA, con una differenza che arriva fino a -25% intorno al 2000.

Verso la fine del periodo osservato, la differenza tende ad accentuarsi, indicando che le due leghe stanno divergendo in termini di possessi.

Tiri da tre (PACEADJ.TOT.P3A)

L'output del modello di regressione lineare generalizzato (GLM) per la variabile PaceAdj.Tot.P3A, che misura il numero di tiri da tre punti tentati rapportato al numero di possessi, ci fornisce importanti informazioni sull'evoluzione dell'uso del tiro da tre nel tempo e sulle differenze tra NBA ed Eurolega. Di seguito viene fornita un'interpretazione dei risultati.

Tabella 2.4: Coefficienti del Modello della variabile PaceAdj.Tot.P3A

Variabile	Stima	Errore Std	Valore t	P-valore
Intercetta	0.13630	0.00072	188.61600	< 2e-16
Season	0.00096	0.00021	4.58900	4.47e-06
Season ²	0.00032	0.00001	25.32100	< 2e-16
League	0.08139	0.00200	40.66000	< 2e-16
Season:League	0.00336	0.00057	5.87000	4.40e-09
Season ² :League	-0.00039	0.00003	-11.50700	< 2e-16

L'intercetta, con un valore di 0.1363, rappresenta la percentuale del numero di tiri da tre punti ogni 100 possessi nell'NBA, nella stagione 2000-01. Ciò significa che, nel periodo iniziale, le squadre americane tentano in media circa 13 tiri da tre punti su 100 possessi, un valore che riflette un'epoca in cui il tiro da tre punti era già una componente importante del gioco, ma non così dominante come lo sarebbe diventato negli anni successivi.

Per quanto riguarda l'effetto congiunto di *Season* e del suo termine quadratico, si nota un andamento particolare. Il coefficiente positivo per *Season* (0.000957) indica che la percentuale dei tiri da tre punti nell'NBA tende ad aumentare con il passare delle stagioni. Tuttavia, il termine quadratico positivo (0.0003171) suggerisce che questo aumento non è lineare: l'uso del tiro da tre punti incrementa nel tempo. Questo andamento leggermente curvilineo mostra come l'NBA abbia visto una crescita esponenziale nell'uso del tiro da tre punti nelle stagioni più recenti. All'inizio si ha una crescita meno ripida rispetto agli ultimi anni presi sotto analisi. Questo è coerente con l'osservazione che le squadre NBA, nel corso degli ultimi anni, hanno sempre più centrato le loro strategie offensive sull'efficacia del tiro da tre, rendendolo una componente chiave del gioco.

L'effetto del campionato sul numero di tiri, con un coefficiente di 0.0814, è estremamente significativo ($p\text{-value} < 2e-16$) e ci indica che, in media, le squadre dell'Eurolega tentano l'8.14% in più di tiri da tre punti rispetto alle squadre NBA. Questo potrebbe essere una conseguenza del fatto che le squadre europee hanno adottato in anticipo il tiro da tre punti come parte fondamentale delle loro strategie offensive, probabilmente a causa del tipo di gioco più tattico e della linea da tre punti più vicina al canestro rispetto al campionato americano (6.75m rispetto ai 7.25).

L'interazione tra la variabile temporale e *League* ha un coefficiente di 0.003364, che è anch'esso significativo ($p\text{-value} = 4.40e-09$). Questo valore positivo indica che, sebbene l'NBA abbia visto un aumento dell'uso del tiro da tre punti nel tempo, l'Eurolega ha sperimentato un incremento lievemente maggiore nella fase iniziale. In altre parole, l'Eurolega ha visto una crescita accelerata nel numero di tiri da tre punti con il passare delle stagioni, indicando che anche le squadre europee hanno adottato sempre più il tiro da tre come parte integrante delle loro strategie offensive, simile all'NBA.

Tuttavia, il termine quadratico per l'interazione *Season* ha un coefficiente negativo di -0.0003885. Seppur molto piccolo, questo è una conseguenza del fatto che la velocità di crescita sull'uso del tiro da tre rallenta nel tempo. Quindi, dopo una fase di crescita più rapida dell'NBA, l'adozione del tiro da tre punti nell'Eurolega sembra aver raggiunto un periodo che si avvicina ad essere stazionario o comunque rallentato nelle stagioni più recenti, riflettendo un possibile limite o stabilizzazione nell'evoluzione del gioco perimetrale.

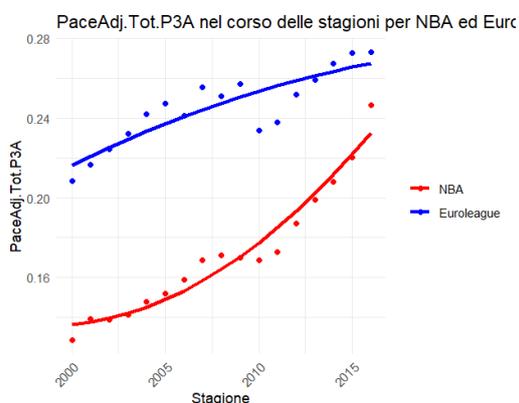


Figura 2.3: Serie storica

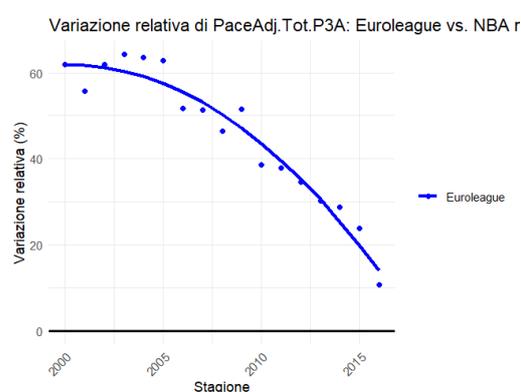


Figura 2.4: Variazione relativa

Nel primo grafico, possiamo vedere chiaramente l'andamento crescente della variabile PaceAdj.Tot.P3A per entrambe le leghe. L'Eurolega

parte con una percentuale più alta di tiri da tre punti tentati, ma l’NBA accelera rapidamente dal 2005 in poi, avvicinandosi sempre di più ai livelli dell’Eurolega. Questo andamento riflette l’evoluzione del gioco, dove il tiro da tre punti è diventato sempre più importante.

Il secondo grafico mostra la variazione relativa di tiri da tre rispetto i possessi (PaceAdj.Tot.P3A) tra Eurolega e NBA. All’inizio degli anni 2000, l’Eurolega aveva un notevole vantaggio sull’NBA, con una differenza percentuale che superava il 8%. Tuttavia, con il passare del tempo, questa differenza si riduce drasticamente, fino a quasi scomparire intorno al 2017. Questo indica una chiara convergenza tra le due leghe: se all’inizio del periodo l’Eurolega era molto più avanti nell’uso del tiro da tre, l’NBA ha gradualmente raggiunto lo stesso livello, confermando la crescente enfasi su questo aspetto del gioco in entrambe le leghe.

In conclusione, i risultati mostrano che, mentre l’Eurolega è stata inizialmente più incline all’uso del tiro da tre punti, l’NBA ha visto una crescita molto rapida in questo aspetto, portando le due leghe a convergere negli anni più recenti. Questo andamento riflette chiaramente l’evoluzione tattica che ha trasformato il gioco del basket negli ultimi due decenni, rendendo le partite sempre più spettacolari per il pubblico.

Percentuale dei rimbalzi offensivi e difensivi (F.ORB e F.DRB)

Si prendono in considerazione le variabili tasso di rimbalzi offensivi (F.ORB) e tasso di rimbalzi difensivi (F.DRB), le quali offrono un indicatore chiave della capacità di una squadra di mantenere il possesso dopo un tiro sbagliato. Queste due grandezze sono complementari, quindi hanno andamenti opposti, il che significa che all’aumentare di una si ha una diminuzione dell’altra. Di seguito, è riportato il modello e i grafici relativi a questa variabile, che ci permetteranno di osservare i cambiamenti e confrontare i due campionati nel corso degli anni. In

Tabella 2.5: Coefficienti del Modello della variabile F.ORB

Variabile	Stima	Errore Std	Valore t	P-valore
Intercetta	0.28340	0.00102	276.80800	< 2e-16
Season	-0.00090	0.00030	-3.05200	0.00228
Season ²	-0.00013	0.00002	-7.31900	2.54e-13
League	0.02253	0.00283	7.94500	1.98e-15
Season:League	-0.00061	0.00081	-0.75400	0.45108
Season ² :League	0.00020	0.00005	4.22800	2.37e-05

questo modello, l’intercetta è stimata a 0.2834, il che rappresenta la

percentuale dei rimbalzi offensivi ottenuti dalle squadre NBA nella stagione 2000-01. Il fatto che l'intercetta sia altamente significativa indica che il valore di base del tasso di rimbalzi offensivi è distinto da zero con un elevato livello di confidenza. Invece, il coefficiente della variabile temporale *Season* è stimato a -0.0009016 , indicando che, man mano che aumentano le stagioni, la percentuale di rimbalzi offensivi ottenuti dai giocatori americani si riduce. Questo andamento discendente può riflettere un cambiamento strategico nell'NBA, dove le squadre hanno iniziato a enfatizzare meno i rimbalzi offensivi a favore di altre tattiche, come il ritorno rapido in difesa.

Si è deciso di inserire un termine quadratico $Season^2$ al modello, in quanto i dati suggeriscono una relazione non lineare tra la variabile risposta e quella esplicativa. Il suo coefficiente è -0.0001298 , quindi l'effetto negativo della stagione è più marcato nelle stagioni più recenti, portando a un calo con una leggera accelerazione nella percentuale di rimbalzi offensivi nelle ultime stagioni del campionato. Questo effetto quadratico è anch'esso altamente significativo ($p\text{-value} = 1.76e-10$), riflettendo probabilmente cambiamenti strutturali nel gioco, come l'aumento delle triple e l'allontanamento dai rimbalzi offensivi.

L'effetto della lega in cui si gioca (*League*) è 0.02253 , ed è altamente significativo ($p\text{-value} = 1.98e-15$). Questo valore positivo indica che, in media, le squadre dell'Eurolega hanno una percentuale di rimbalzi offensivi superiore rispetto alle squadre NBA, con una differenza di circa 2.25 punti percentuali. Questo potrebbe essere dovuto a uno stile di gioco più organizzato, dove i rimbalzi offensivi mantengono un ruolo importante nel sistema tattico delle squadre.

L'interazione tra *Season* e *League* ha un coefficiente di -0.0006118 , che però non risulta significativo, il suo $p\text{-value}$ è di 0.45108 . Questo suggerisce che l'effetto del passare delle stagioni sul tasso di rimbalzi offensivi nell'Eurolega non è significativamente diverso rispetto all'NBA. Tuttavia l'interazione tra il quadrato di *Season* e la variabile *League* ha un coefficiente di 0.002022 , con un livello di significatività molto alto. La sua positività dimostra che la curva è rivolta verso l'alto, seppur con un andamento approssimabile a quello lineare. I due effetti combinati suggeriscono che il tasso di rimbalzi offensivi non cambia particolarmente durante il periodo osservato per l'Eurolega. Potrebbe essere che, nell'Eurolega, il gioco fisico e l'enfasi sui rimbalzi offensivi continuino a essere parte integrante delle strategie, impedendo un calo troppo drastico come quello visto nell'NBA. In termini generali, la Figura 3 conferma le differenze nelle tendenze di gioco tra NBA e Eurolega, infatti mostrano una

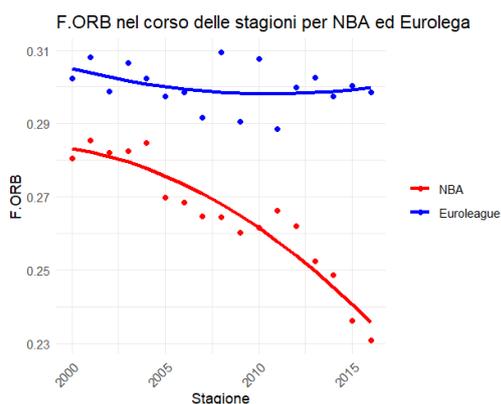


Figura 2.5: Serie storica

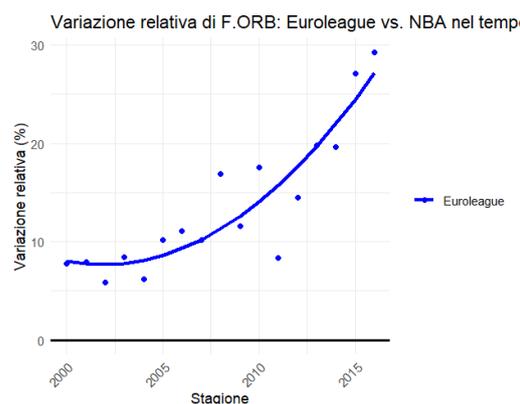


Figura 2.6: Variazione relativa

chiara divergenza tra NBA ed Eurolega nel tempo per quanto riguarda i rimbalzi offensivi (F.ORB). Nell’NBA, c’è una netta diminuzione: si parte da una percentuale di circa 0.29 all’inizio degli anni 2000 e si scende a circa 0.23 nel 2016-17, riflettendo il passaggio a uno stile di gioco più perimetrale e meno incentrato sui rimbalzi offensivi. Come si andrà a studiare in seguito, la lega americana subisce un aumento significativo sul numero dei tiri da tre tentati, i quali portano l’attacco ad essere più largo e meno propenso al rimbalzo offensivo. L’Eurolega, al contrario, mantiene una maggiore stabilità, con valori che restano intorno al 0.30, evidenziando una continuità nell’enfasi sui rimbalzi offensivi.

Il grafico della variazione relativa tra le due leghe evidenzia un divario crescente: a partire dalle stagioni precedenti al 2005-06, la differenza tra NBA ed Eurolega aumenta, con l’Eurolega che mantiene valori più alti rispetto all’NBA.

Percentuale effettiva di realizzazione (F.EFG e F.oEFG)

Il modello di regressione utilizzato per la percentuale effettiva di realizzazione (F.EFG e F.oEFG) è di tipo GLM. Cerca di spiegare come questa misura si evolva nel tempo nelle due leghe. La variabile tiene conto della precisione al tiro e anche del fatto che i tiri da tre punti valgano il 50% in più rispetto a quelli da due, rendendola un indicatore particolarmente rilevante per le tendenze offensive moderne.

Questo modello studia l’andamento dell’efficacia di realizzazione dei due campionati utilizzando la variabile temporale (*Season*) e la variabile dummy *League* come esplicative, includendo anche l’interazioni tra di queste. L’intercetta del modello è 0.4719, sta ad indicare il valore percentuale medio di realizzazione delle squadre NBA nella stagione

Tabella 2.6: Coefficienti del Modello della variabile F.EFG

Variabile	Stima	Errore Std	Valore t	P-valore
Intercetta	0.47190	0.00087	542.85000	< 2e-16
Season	0.00363	0.00025	14.46300	< 2e-16
Season ²	-0.00009	0.00002	-6.29700	3.06e-10
League	0.06267	0.00241	26.02900	< 2e-16
Season:League	-0.00645	0.00069	-9.36300	< 2e-16
Season ² :League	0.00024	0.00004	5.95500	2.62e-09

2000-01. Il coefficiente per *Season* è 0.0036, questo significa che F.EFG tende ad aumentare con il passare delle stagioni, ma con un incremento molto lieve. Ciò può essere dovuto ad un allineamento delle tattiche offensive con l'Eurolega, migliorando la costruzione dei tiri utilizzando sempre di più il tiro da tre punti, il quale favorisce un aumento di F.EFG.

Il coefficiente del termine quadratico è -0.00009484, un valore molto piccolo ma negativo. Questo significa che, con il passare del tempo, il lieve incremento dell'efficienza al tiro rallenta, nel lungo periodo potrebbe anche cominciare a calare. Questa curvatura indica che, dopo una fase di crescita, l'efficienza potrebbe raggiungere un picco e poi stabilizzarsi o diminuire leggermente, forse a causa del fatto che l'efficienza al tiro ha un limite naturale o che l'evoluzione del gioco non può portare miglioramenti illimitati.

L'effetto della distinzione del campionato invece è 0.06267, anch'esso altamente significativo (p-value < 2e-16). Questo indica che, nella prima stagione considerata, le squadre dell'Eurolega hanno un'efficienza al tiro superiore rispetto a quelle NBA, con una differenza di circa 6.27 punti percentuali. Tale effetto potrebbe riflettere uno stile di gioco diverso, dove l'Eurolega enfatizza un approccio più bilanciato e tattico, con una maggiore attenzione alla selezione dei tiri e alla gestione delle opportunità offensive, il che porta a una maggiore efficienza complessiva.

L'interazione tra *Season* e *League* ha un coefficiente di -0.00645, estremamente significativo (p-value < 2e-16), il quale, combinato con l'effetto di β_5 produce un andamento parabolico rivolto verso l'alto. Infatti, il termine quadratico dell'interazione tra *Season*² e *League* ha un coefficiente di 0.0002418. Questo suggerisce che dopo una prima fase discendente, si ha un'evoluzione che fa ritornare la media di questa variabile al valore di partenza. In altre parole, mentre inizialmente l'efficienza al tiro nell'Eurolega diminuisce, questa tendenza non continua indefinitamente e, intorno alla stagione del 2010, si ferma e torna a crescere

leggermente. Questo potrebbe suggerire che le squadre dell'Eurolega hanno raggiunto il loro picco di efficienza, forse a causa di un'adozione precoce di tattiche efficaci, e ora stanno incontrando un limite a ulteriori miglioramenti, oppure che le difese si sono adattate meglio a contrastare la capacità offensiva. Passando alla Figura 4, il primo grafico mostra

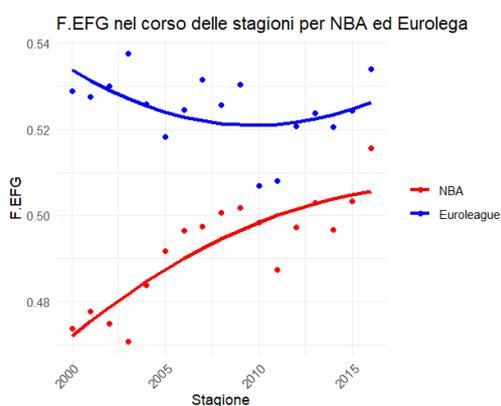


Figura 2.7: Serie storica

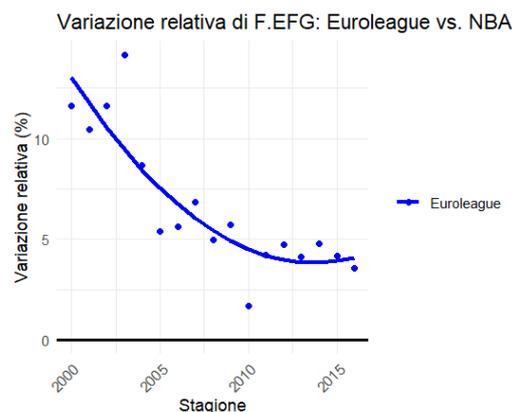


Figura 2.8: Variazione relativa

l'andamento della percentuale effettiva di realizzazione nel corso delle stagioni per l'NBA e l'Eurolega. Possiamo osservare chiaramente che, per l'NBA (linea rossa), c'è una crescita costante nel tempo, come specificato nel modello. Infatti, parte con un valore di circa 0.48 all'inizio degli anni 2000 e arriva intorno a 0.51 verso il 2016-17. Questo andamento riflette il crescente utilizzo del tiro da tre punti e l'efficienza sempre maggiore nel realizzarli, confermando l'evoluzione tattica dell'NBA verso un gioco più perimetrale e basato sull'efficienza offensiva.

Dall'altro lato, l'Eurolega (linea blu) mostra una dinamica differente. Partendo da un valore di circa 0.54, la percentuale effettiva di realizzazione subisce un lieve calo iniziale, fino a circa il 2007, per poi stabilizzarsi intorno a 0.52 verso la fine del periodo considerato. Questo andamento può essere dovuto ad un periodo in cui le squadre hanno privilegiato approcci più tradizionali del tiro da tre punti, ma che successivamente sono state abbandonate per un gioco più incentrato sul tiro da tre punti.

Il secondo grafico rappresenta la variazione relativa della variabile F.EFG tra l'Eurolega e l'NBA. Ci mostra una chiara convergenza tra le due leghe. All'inizio del periodo, le squadre europee avevano un chiaro vantaggio sull'NBA da questo punto di vista, con una differenza percentuale relativa di oltre il 5%. Tuttavia, con il passare delle stagioni, l'NBA ha recuperato terreno, riducendo la differenza progressivamente fino a scendere sotto il 2% verso il 2015. Questo riflette l'adattamen-

to dell’NBA alle nuove tendenze del tiro da tre punti e all’efficienza offensiva, mentre l’Eurolega ha mantenuto un approccio più costante.

Tasso di palle perse (F.TOR e F.oTOR)

Partiamo con l’interpretazione del modello per il tasso di palle perse (F.TOR), che misura il numero di palle perse rispetto alle possibili opportunità di tiro, ed è spesso un indicatore cruciale per valutare l’efficienza di una squadra nella gestione della palla. Come accennato, il tasso di palle perse degli avversari (F.oTOR) segue lo stesso andamento di F.TOR, quindi le interpretazioni possono essere estese a entrambe le variabili.

Tabella 2.7: Coefficienti del Modello della variabile F.TOR

Variabile	Stima	Errore Std	Valore t	P-valore
Intercetta	0.13210	0.00047	281.45000	< 2e-16
Season	-0.00029	0.00014	-2.15100	0.0315
Season ²	-0.00001	0.00001	-1.80700	0.0708
League	0.02662	0.00130	20.47100	< 2e-16
Season:League	0.00243	0.00037	6.53400	6.46e-11
Season ² :League	-0.00015	0.00002	-6.82700	8.74e-12

Il valore di β_0 è 0.1321, questo significa che, all’inizio del periodo considerato, il numero medio di palle perse delle squadre americane (baseline del modello) ogni 100 possesi è di circa 13.2, quindi il turnover rate medio è di circa 13.2%. Questo valore di partenza riflette la base del modello per l’NBA e servirà da confronto per vedere come il turnover rate cambia nel tempo rispetto all’Eurolega.

Il coefficiente per *Season* è -0.000291 con un p-value di 0.0315, suggerendo che, con il passare delle stagioni, il turnover rate per l’NBA tende a diminuire leggermente, seppur con una bassa significatività. Tuttavia, l’effetto è molto piccolo e quasi impercettibile, riflettendo un lento e costante miglioramento nella capacità delle squadre NBA di evitare palle perse. Questo potrebbe essere collegato all’evoluzione delle strategie offensive che riducono la quantità di errori e palle perse.

Il coefficiente del termine quadratico è -0.0000147, altamente significativo, indicando che la curva dell’andamento del numero di palle perse è rivolta verso il basso, tuttavia l’intensità del parametro è impercettibile, questo rende il suo comportamento simile a quello di una retta rivolta verso il basso. In altre parole, il turnover rate diminuisce in modo esiguo

nel corso delle stagioni, diminuendo di circa un punto percentuale nei 17 anni considerati. Questo suggerisce che, pur migliorando, esiste un limite naturale alla riduzione del turnover rate.

La variabile *League* ha un coefficiente di 0.0266, questo specifica che l'Eurolega ha una percentuale di palle perse maggiore rispetto all'NBA. L'effetto dei fattori di interazione tra *Season* e *Euroleague* mostrano un andamento quadratico molto più accentuato rispetto al campionato americano. Infatti, per le interazioni $Season \cdot League$ e $Season^2 \cdot League$ i valori sono rispettivamente 0.00243 e -0.00015, i quali ci informano che la curva ha un picco abbastanza marcato negli anni intorno al 2007.

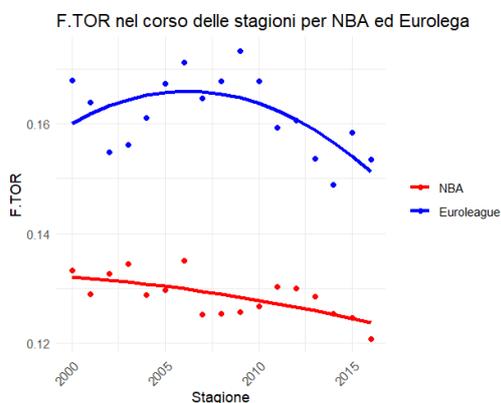


Figura 2.9: Serie storica

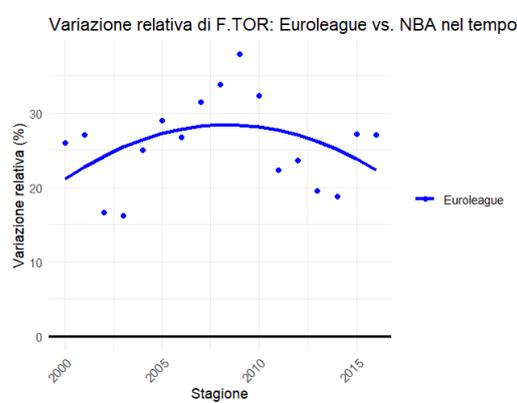


Figura 2.10: Variazione relativa

Nel primo grafico, che rappresenta il turnover rate (F.TOR) nel corso delle stagioni per entrambe le leghe, vediamo che i due campionati hanno una direzione simile. Tuttavia, gli andamenti sono ancora molto distanti, perché nel periodo preso in considerazione non si può veramente affermare che si stiano avvicinando. L'Eurolega (linea blu) mostra un andamento più volatile, con un picco intorno al 2007, seguito da un calo nelle stagioni successive. L'NBA (linea rossa), invece, ha un andamento più stabile, con un leggero declino del turnover rate nel tempo. Questo conferma la differenza significativa tra le due leghe che abbiamo osservato nell'interazione del modello.

Nel secondo grafico, che mostra la variazione relativa di F.TOR tra l'Eurolega e l'NBA, vediamo che l'Eurolega inizia con un turnover rate più alto, con una differenza che si avvicina al 30% rispetto all'NBA intorno alla metà del periodo considerato. Verso il 2017, la differenza rimane approssimativamente la stessa, ciononostante, negli ultimi anni del campionato europeo, la direzione ha subito una svolta verso il basso, puntando verso lo standard americano.

Questa differenza potrebbe essere attribuita al diverso stile difensivo adottato dalle squadre europee. Poiché l'Eurolega ha generalmente meno possessi rispetto all'NBA, il gioco tende ad avere un ritmo più lento, concentrato maggiormente sul controllo della palla e su esecuzioni tattiche più elaborate. Questo consente alle difese di avere più tempo per schierarsi correttamente e posizionarsi in modo ottimale per proteggere il canestro. Di conseguenza, le squadre più forti possono sfruttare questa situazione per esercitare una maggiore pressione difensiva, aumentando così la probabilità di forzare palle perse.

Tasso di tiri liberi (F.FTR e F.oFTR)

L'output del modello di regressione lineare generalizzato (GLM) per il tasso di tiri liberi (F.FTR), che misura la frequenza con cui una squadra va in lunetta per tiri liberi rispetto alle opportunità di tiro, rivela informazioni interessanti su come questa variabile si evolve nel tempo e come differisce tra NBA ed Eurolega. Andiamo ad analizzare i coefficienti e il loro significato nel contesto del modello. L'intercetta, con un valore di

Tabella 2.8: Coefficienti del Modello della variabile F.FTR

Variabile	Stima	Errore Std	Valore t	P-valore
Intercetta	0.23380	0.00116	200.73200	< 2e-16
Season	0.00276	0.00034	8.20800	2.30e-16
Season ²	-0.00030	0.00002	-14.82100	< 2e-16
League	0.07459	0.00323	23.11700	< 2e-16
Season:League	-0.00920	0.00092	-9.95900	< 2e-16
Season ² :League	0.00034	0.00005	6.26000	3.89e-10

0.2338 e rappresenta il tasso medio di tiri liberi per l'NBA nella prima stagione del periodo studiato. Questo ci dice che, in media, nelle stagioni centrali del campione, il 23.38% delle opportunità offensive delle squadre NBA si traducono in tiri liberi.

L'effetto delle stagioni sul modello di riferimento è significativo (p-value = 2.30e-16) e ha un valore di 0.00276. Questo indica che, con il passare del tempo, il tasso di tiri liberi nell'NBA sembra che abbia una tendenza positiva. Anche se il coefficiente è relativamente piccolo, questo risultato suggerisce che nella prima parte del periodo considerato, c'è stato un leggero aumento della frequenza con cui le squadre NBA vanno in lunetta. Tuttavia il termine quadratico *Season*², con un coefficiente di -0.0002992 riflette una curvatura nella relazione tra la stagione e il tasso

di tiri liberi. Questo coefficiente negativo suggerisce che, nonostante l'iniziale aumento del Free Throw Rate, questo effetto rallenta nel tempo e addirittura si inverte nelle stagioni successive. Questo effetto potrebbe riflettere l'adozione di strategie difensive più sofisticate o l'adattamento delle squadre ai cambiamenti delle regole.

Il coefficiente della variabile binaria *League* è 0.07459. Il quale esprime che le squadre europee vanno più spesso in lunetta con una differenza di 7.46 punti percentuali. Questa differenza potrebbe essere dovuta ad uno stile difensivo più aggressivo, o un'interpretazione diversa delle regole che favorisce una maggiore frequenza di tiri liberi.

L'interazione tra *Season* e *League* ha un coefficiente di -0.0092, che è anch'esso altamente significativo ($p\text{-value} < 2e-16$). Questo effetto negativo indica che c'è un'immediata diminuzione sul il tasso di tiri liberi nell'Eurolega. Mentre nell'NBA osserviamo un leggero aumento del tasso nel primo periodo, nell'Eurolega il trend è opposto, con un abbassamento progressivo della frequenza di tiri liberi. Combinando la sua interpretazione con il termine quadratico dell'interazione tra $Season^2$ e *League*, il quale ha un valore di 0.0003407, notiamo un trend essenzialmente lineare, dovuto all'impercettibilità di questo coefficiente.

Nel complesso, il modello mostra che tasso di tiri liberi ha visto un andamento altalenante per l'NBA nel corso del tempo, mentre l'Eurolega ha vissuto un'esperienza diversa, con una tendenza precipitata verso il basso. Questo riflette le differenze tra le due leghe, sia in termini di stile di gioco che di arbitraggio.

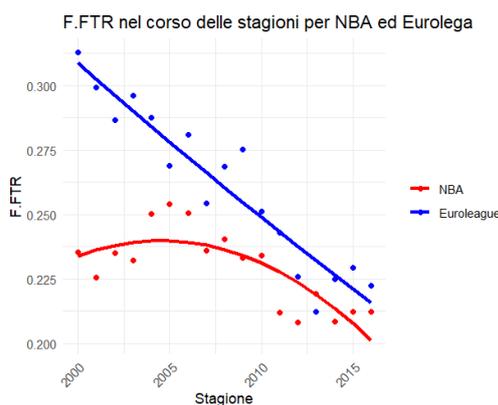


Figura 2.11: Serie storica

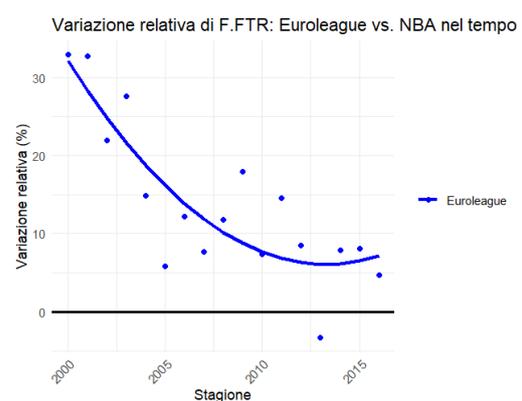


Figura 2.12: Variazione relativa

Nella Figura 6, nel primo grafico, che mostra l'andamento del tasso di tiri liberi nel corso delle stagioni per NBA ed Eurolega, possiamo osservare due tendenze molto diverse. L'Eurolega (in blu) parte con un valore più alto rispetto all'NBA, intorno a 0.30 nei primi anni 2000. Col

passare delle stagioni, il valore di questa variabile diminuisce costantemente (quasi linearmente), fino a raggiungere un valore intorno a 0.22 negli anni 2016-2017. Questo indica una tendenza nel gioco dell'Eurolega a ridurre la frequenza dei tiri liberi nel tempo. Al contrario, l'NBA (in rosso) mostra un andamento leggermente più stabile all'inizio, con un picco intorno al 2005, seguito anch'esso da un calo, che però è meno drastico rispetto a quello dell'Eurolega. Questa tendenza a ridurre il numero di tiri liberi potrebbe essere causata da una strategia difensiva che si concentra a concedere meno tiri liberi possibile, quindi le squadre di entrambi i campionati cercano di evitare di commettere fallo su tiro.

Il secondo grafico rappresenta la variazione relativa di F.FTR tra Eurolega e NBA. All'inizio del periodo, l'Eurolega ha una netta superiorità rispetto all'NBA in termini di tiri liberi, con una differenza percentuale di oltre 30%. Tuttavia, con il passare delle stagioni, questa differenza si riduce drasticamente, raggiungendo valori molto vicini allo zero intorno al 2015. Questo significa che le due leghe stanno chiaramente convergendo in termini di frequenza dei tiri liberi. L'Eurolega, che in passato tendeva a generare più tiri liberi, ha visto un forte calo, mentre l'NBA ha mantenuto un andamento più stabile, riducendo così il divario tra le due leghe.

2.2.6 Conclusioni

In conclusione, l'analisi complessiva mostra una tendenza generale alla convergenza tra NBA ed Eurolega, anche se permangono alcune divergenze significative. Nel tempo, le squadre dei due campionati sembrano adottare un approccio sempre più simile in molti aspetti del gioco, pur mantenendo differenze dovute a specificità tattiche e filosofie di gioco.

Variabili come la percentuale effettiva di realizzazione (F.EFG) e l'uso del tiro da tre punti (PaceAdj.Tot.P3A) mostrano chiaramente che le due leghe si stanno avvicinando. L'NBA, che inizialmente si distanziava in queste metriche, ha progressivamente abbracciato strategie orientate al tiro da tre e migliorato l'efficacia offensiva, affiancandosi a uno stile di gioco che l'Eurolega aveva adottato in anticipo. Oltre alle variabili citate in precedenza, anche per il tasso di tiri liberi si ha un'evidente convergenza, dove il numero di tiri liberi per opportunità di tiro ha visto una progressiva riduzione in Eurolega, mentre l'NBA ha mantenuto una certa stabilità, portando entrambe le leghe verso valori simili in questa statistica.

Tuttavia, permangono alcune divergenze: variabili come il numero di possessi (F.NP) e il tasso di rimbalzi offensivi (F.ORB) rivelano differenze di fondo nei ritmi e nello stile di gioco. Il numero di possessi per partita resta più alto nell’NBA, che tende a privilegiare un gioco più veloce e dinamico, mentre l’Eurolega, caratterizzata da un ritmo di gioco più lento e controllato, ha mantenuto un numero di possessi inferiore. Anche nella frequenza dei rimbalzi offensivi, l’NBA ha mostrato una progressiva riduzione, mentre l’Eurolega ha mantenuto valori più stabili, indicando una maggiore enfasi nel recupero della palla sotto canestro.

In sintesi, i risultati mostrano una tendenza all’avvicinamento tra i due campionati, con l’NBA e l’Eurolega che adottano sempre più strategie offensive simili, soprattutto per quanto riguarda l’uso del tiro da tre punti e l’efficienza al tiro. Permangono comunque differenze nei ritmi e nell’importanza data ai rimbalzi offensivi, segno di uno stile di gioco che, pur convergendo, mantiene ancora alcune specificità uniche per ciascuna lega.

2.3 Rating offensivo e difensivo

In questo capitolo verranno analizzati alcuni indicatori che misurano l’efficacia delle squadre americane ed europee nei due aspetti fondamentali del basket: attacco e difesa. Per questa valutazione, saranno utilizzati il rating offensivo (ORTG) e quello difensivo (DRTG), già menzionati in precedenza, poiché sintetizzano in modo chiaro le performance delle squadre, fornendo una stima accurata del loro livello. Questi indicatori sono particolarmente utili perché combinano i Quattro Fattori di Oliver in un’unica formula che evidenzia la relazione non lineare tra l’efficacia offensiva e le variabili di Oliver. Ad esempio, i turnover pesano maggiormente per le squadre con un’alta percentuale di tiro, poiché comportano una perdita di punti potenziali più rilevante rispetto a squadre con percentuali di tiro più basse. Allo stesso modo, le squadre con una bassa percentuale di tiri realizzati traggono maggior vantaggio da un alto tasso di rimbalzi offensivi.

La formula che misura la performance di attacco (ORTG) può quindi essere espressa come funzione dei Quattro Fattori, della percentuale di tiro (FG%) e della percentuale di tiri liberi segnati (F.FTpct):

$$ORTG = \frac{(1 - F.TOR) \cdot (F.FTR + F.EFG)}{1 - F.ORB \cdot (1 - FG\%) + \frac{F.FTR}{F.FTpct}}$$

Analogamente, il rating difensivo è dato da:

$$DRTG = \frac{(1 - oF.TOR) \cdot (oF.FTR + oF.EFG)}{1 - oF.ORB \cdot (1 - oFG\%) + \frac{oF.FTR}{oF.FTpct}}$$

Al tal fine, è stato creato un dataset diverso da quello precedentemente descritto. Questo è composto da una lista di tutte le 120 squadre, distinte dalla lega in cui giocano (*League*). Per ciascuna squadra troviamo variabili che descrivono l'efficienza offensiva (ORTG) e difensiva (DRTG), insieme ai tre fattori che compongono il rating di attacco: la probabilità di trasformare un possesso in un tentativo di tiro (XSHOT), il numero di possessi extra ottenuti (XPOS) e l'efficacia al tiro (XEFF). Oltre alle metriche generali, calcolate sull'intero periodo dal 2000-01 al 2016-17, sono state aggiunte variabili che prendono in considerazione specifici sottoinsiemi di questo arco temporale. Le stesse variabili sono state quindi calcolate separatamente per i primi anni (stagioni 2000-01 al 2004-05) e per gli anni più recenti (dal 2012-13 al 2016-17). Questa suddivisione è stata realizzata per osservare l'evoluzione delle squadre nel tempo e valutare eventuali cambiamenti nelle loro prestazioni offensive e difensive.

I seguenti grafici mostrano come la differenza tra NBA ed Eurolega si sia ridotta negli ultimi anni, analizzando il rating offensivo (ORTG) e difensivo (DRTG) delle squadre all'inizio e alla fine del periodo di studio. Sull'asse delle ascisse troviamo l'ORTG, mentre su quello delle ordinate c'è il DRTG. Le squadre con una performance migliore, sia in attacco che in difesa, si trovano nel quadrante in basso a destra, mentre quelle con una performance peggiore sono nel quadrante in alto a sinistra. È importante ricordare che un DRTG basso indica una buona difesa, poiché rappresenta il rating offensivo degli avversari. Di conseguenza, squadre con un alto DRTG hanno difese meno efficaci. Nel quadrante in alto a destra si collocano le squadre con un ottimo attacco ma una pessima difesa, e nel quadrante in basso a sinistra quelle con un pessimo attacco ma una buona difesa.

Nel grafico che rappresenta il periodo iniziale, possiamo notare una forte concentrazione di gruppi sportivi NBA nella metà inferiore, a indicare una predominanza delle difese migliori rispetto a quelli europei. Le squadre dell'Eurolega, invece, mostrano una distribuzione più ampia: ce ne sono di molto forti in attacco ma carenti in difesa, altre equilibrate e diverse che non eccellono né in attacco né in difesa. Complessivamente, l'Eurolega ha una tendenza ad avere squadre con attacchi migliori ri-

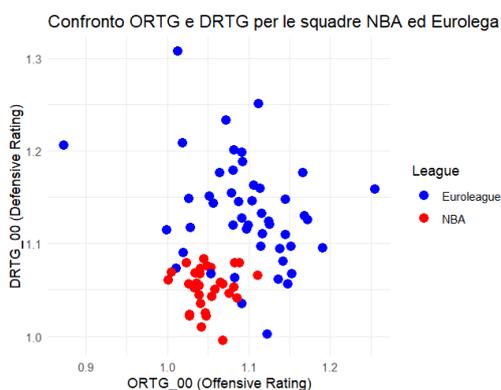


Figura 2.13: media ORTG e DRTG delle squadre tra il 2000 e il 2005

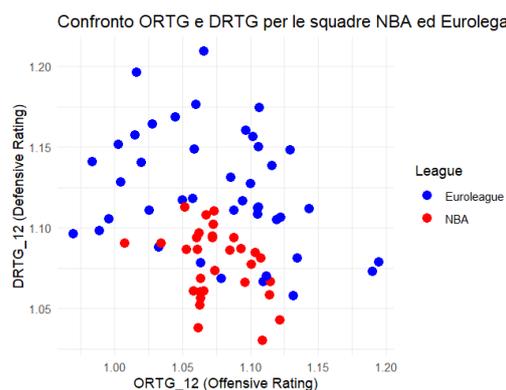


Figura 2.14: media ORTG e DRTG delle squadre tra il 2012 e il 2017

petto all’NBA, ma la maggior parte di queste ha una difesa più debole, come si evince dalla loro posizione generalmente più alta nel grafico.

La Figura 2.14, che rappresenta il periodo più recente (2012-2017), evidenzia una situazione diversa rispetto al primo: è presente una maggiore mescolanza tra le squadre dei due campionati, con una minore polarizzazione tra NBA ed Eurolega. I gruppi sportivi si distribuiscono in modo più variegato all’interno del grafico, con una maggiore dispersione rispetto al primo periodo, suggerendo una crescente eterogeneità in termini di prestazioni. Tuttavia, rimane la tendenza delle squadre NBA ad avere difese migliori rispetto a quelle europee, anche se in media le difese NBA sono peggiorate rispetto al periodo precedente. L’Eurolega, al contrario, ha visto un peggioramento complessivo, con molte squadre concentrate nel quadrante in alto a sinistra, indicando sia attacchi che difese deboli.

2.3.1 Aspetti specifici del rating offensivo

Abbiamo osservato l’andamento delle due leghe all’inizio e alla fine del periodo di studio. Per rendere questo confronto più tangibile, i dati dei grafici sono stati tradotti in valori numerici nella Tabella 2.9, consentendo un confronto diretto tra i campionati. La tabella mostra come sono cambiati il rating offensivo (ORTG) e difensivo (DRTG) per NBA ed Eurolega nei periodi 2000-01 fino al 2004-05 e 2012-13 fino al 2016-17.

Nella prima parte del periodo considerato, l’NBA presenta valori più bassi per entrambi i rating rispetto all’Eurolega, con una media di 1.05 sia per ORTG che per DRTG. Questo significa che le squadre NBA

Tabella 2.9: Confronto ORTG e DRTG tra Eurolega e NBA

League	ORTG		DRTG	
	2000-05	2012-17	2000-05	2012-17
Euroleague	1.10	1.08	1.13	1.12
NBA	1.05	1.08	1.05	1.08

avevano un'efficienza offensiva e difensiva inferiore rispetto alle squadre europee. In contrasto, l'Eurolega mostra valori medi di 1.10 per ORTG e 1.13 per DRTG, quindi si ha una tendenza verso un un gioco più offensivo e una minore efficacia difensiva rispetto all'NBA.

Per quanto riguarda il secondo periodo (2012-13 al 2016-17), osserviamo un avvicinamento delle tendenze dei due campionati. L'NBA ha incrementato il suo rating offensivo, portandolo a 1.08, valore identico a quello dell'Eurolega, che ha visto un leggero calo del proprio ORTG. Questo indica una convergenza tra le due leghe in termini di efficacia offensiva, riflettendo forse l'adozione di strategie simili, come il rafforzamento nell'uso del tiro da tre punti.

Per quanto riguarda il rating difensivo (DRTG), notiamo che l'NBA è lievemente peggiorata passando da 1.05 a 1.08. Invece l'Eurolega ha subito una diminuzione dell'efficacia difensiva, passando da 1.13 a 1.12. Tuttavia, l'Eurolega continua a mostrare valori di DRTG superiori rispetto all'NBA, suggerendo una persistente tendenza a un gioco più sbilanciato verso l'attacco rispetto al campionato americano.

In sintesi, questi dati numerici confermano il progressivo avvicinamento delle due leghe, soprattutto in termini di efficienza offensiva, pur mantenendo alcune differenze nell'approccio difensivo, con l'NBA che mostra una difesa leggermente più solida rispetto all'Eurolega.

Tabella 2.10: Confronto degli aspetti specifici tra Eurolega e NBA

League	XPOS		XSHOT		XEFF	
	2000	2012	2000	2012	2000	2012
Euroleague	0.993	1.04	0.836	0.842	1.33	1.24
NBA	1.030	1.02	0.868	0.874	1.19	1.22

La Tabella 2.10 fornisce un confronto degli aspetti specifici del gioco tra NBA ed Eurolega per due periodi, il primo compreso tra il 2000 e il 2005, e il secondo tra il 2012 e il 2017, in modo da evidenziare come alcuni elementi chiave del gioco si siano evoluti nelle due leghe. Le variabili considerate sono: XPOS (numero di possessi extra ottenuti),

XSHOT (probabilità di trasformare un possesso in un tentativo di tiro) e XEFF (efficienza di tiro).

Per quanto riguarda XPOS, che rappresenta i possessi extra ottenuti dalle squadre in situazioni di rimbalzo offensivo e rimbalzi guadagnati dopo un tiro libero, l'NBA ha un valore medio più alto rispetto all'Eurolega sia all'inizio (1.030 contro 0.993) sia alla fine del periodo (1.02 contro 1.04). Questo riflette ciò che è stato detto precedentemente: la tendenza dell'NBA a fare giocate più rapide porta le squadre ad avere maggiori opportunità offensive. L'Eurolega, al contrario, mostra un incremento di questa misura nel secondo periodo (da 0.993 a 1.04), probabilmente dovuto ad una maggiore percentuale di tiri segnati. Questo aumento potrebbe indicare anche una maggiore enfasi sui rimbalzi offensivi e sul recupero di possessi extra per mantenere la competitività rispetto all'NBA.

La variabile XSHOT, che indica la probabilità di trasformare un possesso in un tentativo di tiro, evidenzia un valore più alto per l'NBA sia nel primo periodo (0.868 rispetto a 0.836) che nel secondo (0.874 contro 0.842). È una diretta conseguenza del fatto che in questo campionato si ha una percentuale di palle perse inferiore a quello europeo. Infatti, questo suggerisce che le squadre NBA siano più inclini a concludere i possessi con un tentativo di tiro, il che è coerente con un gioco orientato al ritmo e alla ricerca di rapide opportunità offensive. L'Eurolega mostra un piccolo aumento di questo fattore nel tempo (da 0.836 a 0.842), indicando un maggiore impegno nel concludere i possessi con un tiro a canestro. Nonostante questo tentativo di avvicinarsi alle squadre americane, l'Eurolega rimane inferiore a causa di un approccio tattico e più conservativo, il quale porta la difesa ad avere più tempo per organizzarsi e posizionarsi in modo efficiente.

Infine, per XEFF, che rappresenta il numero atteso di punti ottenuti da ogni tentativo di tiro, notiamo una tendenza interessante: nel primo periodo, l'Eurolega ha un valore più alto rispetto all'NBA (1.33 contro 1.19), infatti rispecchia una maggiore percentuale di realizzazione (F.EFG) delle squadre europee, il che suggerisce una selezione dei tiri più curata, forse dovuta a un gioco più posizionale e alla ricerca di tiri più sicuri. Tuttavia, nel secondo periodo, l'efficacia al tiro NBA aumenta leggermente fino a raggiungere 1.22, avvicinandosi ai valori dell'Eurolega, che invece scende drasticamente a 1.24. Questa convergenza in XEFF indica che l'NBA ha migliorato la propria efficacia al tiro, probabilmente grazie all'aumento dei tiri da tre punti e a una maggiore attenzione alla selezione dei tiri, riducendo così il divario con l'Eurolega.

In sintesi, la tabella mostra che, nonostante le differenze iniziali, l’NBA e l’Eurolega si stanno avvicinando in diversi aspetti del gioco. L’NBA mantiene una maggiore propensione all’attacco e al ritmo, con più possessi e tiri, mentre l’Eurolega, pur mantenendo un’efficienza di tiro leggermente superiore, ha aumentato il numero di possessi extra e migliorato la propria capacità di concludere i possessi con un tiro. Questi dati riflettono un adattamento reciproco delle due leghe, dove l’NBA ha migliorato l’efficacia e la precisione al tiro, e l’Eurolega ha abbracciato un gioco più dinamico, pur mantenendo alcune delle sue caratteristiche difensive e posizionali distintive.

2.4 Effetto Curry: influenza sul numero dei tiri da tre

Stephen Curry ha cambiato il modo di giocare del basket grazie alla sua bravura nel tirare da dietro la linea dei tre punti, abilità che può essere considerata la migliore rispetto a qualsiasi altro giocatore nella storia NBA. Nel corso del tempo, anche altri giocatori sono stati così influenti da rivoluzionare questo gioco e avvicinare nuovi fans. L’esempio più emblematico è Michael Jordan, il quale era riconosciuto per il suo immenso talento e per la sua forza nel trascinare i propri tifosi agli stadi. Prima di essere accolto nell’NBA nel 1984, gli ascolti di questo campionato stavano vivendo una curva negativa, tuttavia dopo il suo avvento, il bacino degli spettatori NBA ha raggiunto dei picchi mai visti prima.

In questo capitolo esaminerò l’impatto che Stephen Curry ha avuto sull’NBA in relazione al numero di tiri da tre punti tentati. L’obiettivo è comprendere se il suo stile di gioco, caratterizzato da un utilizzo frequente ed efficace dei tiri da tre, abbia influenzato l’intero campionato, ispirando altri giocatori ad adottare un approccio simile. Per questa analisi, si confrontano gli anni precedenti al suo primo titolo di MVP, conquistato nella stagione 2014-15, con quelli successivi. Per capire se sia stata effettivamente la sua influenza ad alimentare questo trend in NBA, adotteremo l’Eurolega come gruppo di controllo, così da avere un riferimento su una tendenza indipendente dall’ambiente in cui gioca Curry.

2.4.1 Modello

Il modello adottato in questo studio è il seguente:

$$\begin{aligned} \text{Tot.P3A} = & \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{NBA_dummy} + \beta_2 \cdot \text{Season_dummy} + \beta_3 \cdot \text{NBA_dummy} \cdot \text{Season_dummy} \\ & + \beta_4 \cdot \text{Tot.ORB} + \beta_5 \cdot \text{Tot.P2A} + \beta_6 \cdot \text{Tot.FTA} + \beta_7 \cdot \text{Tot.TOV} + \varepsilon \end{aligned}$$

Questo modello di regressione lineare generalizzato analizza il numero di tiri da tre punti tentati in una partita, considerando l'effetto delle variabili binarie che distinguono i due campionati (NBA ed Eurolega) e due periodi temporali (prima e dopo il 2014-15). La variabile dipendente, *Tot.P3A*, rappresenta il numero assoluto di tiri da tre tentati, evitando così le problematiche di multicollinearità che sarebbero sorte utilizzando una percentuale rispetto ai possessi. Questo approccio permette di isolare con maggiore precisione l'effetto delle variabili principali.

L'intercetta rappresenta la baseline del modello e indica la media dei tiri da tre tentati per le squadre europee prima della stagione 2014-15. La variabile dummy *NBA_dummy* assume valore 1 per le squadre dell'NBA e 0 altrimenti, mentre *Season_dummy* distingue i dati successivi alla stagione 2014-15, anno in cui Curry ha vinto il suo primo titolo di MVP. L'interazione tra queste variabili (*NBA_dummy* e *Season_dummy*) permette di analizzare l'effetto combinato di appartenenza all'NBA dopo la stagione 2014-15.

Infine, vengono introdotte alcune variabili di controllo per isolare l'effetto delle variabili principali: *Tot.ORB*, che rappresenta il numero di rimbalzi offensivi per ogni partita; *Tot.P2A*, che indica i tiri da due totali tentati; *Tot.FTA*, che misura il numero di tiri liberi provati nell'arco di tutta la partita; infine *Tot.TOV*, che conta quante palle perse sono state raggiunte nel corso della partita. Questi controlli garantiscono che l'effetto delle variabili chiave venga analizzato al netto dell'influenza di queste componenti del gioco.

Nella Tabella 2.11 sono presenti i coefficienti del modello citato in precedenza

L'intercetta del modello ha un valore di 44.49 e rappresenta la nostra baseline. Quella grandezza indica la media dei tiri da tre tentati per le squadre dell'Eurolega (gruppo di controllo) nel periodo pre-2014-15, cioè prima del titolo di MVP di Stephen Curry. Questo numero riflette un gioco relativamente bilanciato, dove il tiro da tre aveva un ruolo, ma non era ancora la strategia predominante.

La variabile *NBA_dummy*, che esprime l'effetto che ha l'NBA sul numero di tiri da tre tentati, ha un coefficiente positivo di 11.16, alta-

Tabella 2.11: Coefficienti del Modello dell'effetto di Curry sull'NBA

Variabile	Stima	Errore Std	Valore t	P-value
Intercetta	44.493	0.164	270.921	< 2e-16
NBA_dummy	11.158	0.097	115.492	< 2e-16
Season_dummy	1.549	0.156	9.949	< 2e-16
Tot.ORB	0.608	0.006	99.957	< 2e-16
Tot.P2A	-0.571	0.003	-190.707	< 2e-16
Tot.FTA	-0.182	0.003	-65.857	< 2e-16
Tot.TOV	-0.336	0.006	-60.820	< 2e-16
NBA_dummy:Season_dummy	4.793	0.170	28.227	< 2e-16

mente significativo, indicando che le squadre americane tendono a tentare, in media, circa 11 tiri da tre in più per partita rispetto alle squadre dell'Eurolega, a parità degli altri fattori. Questo effetto è coerente in quanto le partite di questo campionato hanno una durata del 25% superiore. Per quanto riguarda l'effetto del salto di stagione dal 2013-14 al 2015-16, si ha un coefficiente della variabile pari a 1.55, che suggerisce un incremento nel numero di tiri da tre tentati per entrambe le leghe dopo la stagione 2014-15, con un aumento medio di circa 1.5 tiri per partita. Questo risultato è molto significativo e conferma la tendenza del gioco verso una maggiore attenzione nei tiri da tre punti, un cambiamento che ha interessato sia l'NBA che l'Eurolega.

L'interazione tra *NBA_dummy* e *Season_dummy* rappresenta l'effetto combinato di queste variabili, cioè il numero medio dei tiri da tre dell'NBA nel periodo dopo la vittoria del titolo MVP di Curry. Il suo coefficiente ha un valore di 4.79, anch'esso estremamente significativo, indicando che, nel periodo post-2014-15, le squadre NBA hanno registrato un aumento ulteriore di quasi 5 tiri da tre per partita rispetto all'Eurolega. Questo risultato è una conseguenza del fatto che negli ultimi anni ci sia stata un'accelerazione nell'uso del tiro da tre, che è legata ad un cambio di strategia offensiva. Lo studio propone una possibile motivazione del fenomeno: si è utilizzato un gruppo di controllo che si assume essere relativamente indipendente dai fattori specifici dell'NBA, come l'influenza di un giocatore come Curry. Notiamo, infatti, come l'ambiente NBA, in cui Curry ha lasciato un'impronta molto significativa, abbia subito un'impennata più ripida nell'uso del tiro da tre rispetto all'Eurolega. Si può affermare che uno dei fattori chiave di questo cambiamento di tendenza è proprio l'influenza che Curry ha avuto nel rivoluzionare il gioco con il suo approccio al tiro da tre, portando

molte squadre a imitare il suo stile e a costruire strategie più perimetrali.

Le variabili di controllo forniscono ulteriori dettagli sul contesto tattico. La variabile dei rimbalzi offensivi per partita ($Tot.ORB$) ha un coefficiente positivo di 0.61, suggerendo che, per ogni rimbalzo offensivo aggiuntivo, si tende ad aumentare il numero di tiri da tre tentati di circa 0.6. Questo risultato è intuitivo, poiché i rimbalzi offensivi offrono seconde opportunità, che spesso vengono capitalizzate con tiri da tre. I tiri da due tentati ($Tot.P2A$) hanno un effetto negativo di -0.57, indicando che un aumento nei tiri da due è associato a una riduzione nel numero di tiri da tre. Questo riflette una scelta strategica: le squadre che tendono a tirare di più da una distanza ravvicinata, per definizione, sono inclini a ridurre i tentativi da tre.

La variabile tiri liberi tentati ($Tot.FTA$) ha anch'essa un coefficiente negativo di -0.18, indicando che una maggiore propensione a guadagnare tiri liberi è associata a una riduzione dei tiri da tre. Questo è un risultato atteso, in quanto i tiri liberi sono spesso guadagnati in situazioni di attacco vicino al canestro, che riducono la necessità di tirare da fuori. Infine, $Tot.TOV$ (palle perse per partita) ha un effetto negativo di -0.34, indicando che ogni palla persa riduce la probabilità di tentare tiri da tre. Questo effetto è intuitivo, poiché le palle perse riducono il numero di possessi disponibili e quindi le opportunità di tiro.

In sintesi, il modello descrive che l'aumento del numero di tiri da tre delle squadre americane è stato superiore a quello europeo, tendenza che riflette l'evoluzione del gioco negli ultimi anni. L'NBA, in particolare, ha registrato un aumento molto più marcato nell'uso del tiro da tre rispetto all'Eurolega dopo il 2014-15, anno che ha visto emergere l'influenza di Stephen Curry. La sua abilità e il suo stile di gioco hanno contribuito a rivoluzionare le strategie offensive dell'NBA, portando a una tendenza sempre più centrata sul tiro da tre. Tuttavia, quantificare con precisione l'influenza di Curry su questo fenomeno resta complesso e sfumato, poiché mancano dati per isolare completamente il suo effetto da altre variabili.

Conclusioni

La conclusione di questa tesi analizza il confronto tra NBA ed Eurolega, evidenziando una tendenza generale di convergenza tra i due campionati, pur mantenendo alcune differenze strutturali e strategiche.

Si è visto che, negli ultimi anni, i due campionati abbiano adattato le proprie dinamiche di gioco al contesto in cui si trovavano. In particolare, l’NBA, nota per il suo stile veloce e atletico, ha visto un’adozione crescente di tattiche più strutturate, aumentando così l’efficienza dei tiri e avvicinandosi alla selettività del gioco europeo. D’altro canto, l’Eurolega, originariamente più orientata alla difesa e al controllo del ritmo, ha assistito a un incremento dell’aggressività offensiva e della spettacolarità, trascurando lievemente la meticolosa scelta dei tiri, che però è stata bilanciata da una tendenza ad ottenere possessi extra durante la fase di attacco. Questo cambiamento è, in parte, dovuto all’influenza dell’NBA, che abbiamo visto essere più orientata a questi aspetti del gioco. In particolare, Stephen Curry ha avuto un impatto significativo sulla convergenza dei due campionati, aumentando l’attenzione verso il tiro da tre come elemento strategico fondamentale nelle squadre americane. Sebbene l’effetto di Curry sia stato indubbiamente determinante per l’NBA, è complesso attribuire a lui l’intera trasformazione, dato che altre variabili socio-economiche e tattiche hanno contribuito a questa evoluzione.

Gli aspetti principali che convergono tra NBA ed Eurolega includono una maggiore frequenza del tiro da tre, che porta ad un aumento dell’efficienza offensiva, poi in entrambi i campionati si ha una netta diminuzione del tiro libero come opzione per fare punti, poiché la difesa tende a regalare meno opportunità di questo tipo. Tuttavia, permangono delle divergenze: l’NBA continua a mantenere un ritmo di gioco più rapido, con più possessi per partita, mentre l’Eurolega conserva un approccio leggermente più tattico, con una maggiore attenzione al controllo della palla e una difesa più serrata.

In sintesi, sebbene NBA ed Eurolega si stiano avvicinando in vari

aspetti del gioco, questa tesi ha evidenziato come entrambi i campionati mantengano caratteristiche uniche, influenzate dalla cultura sportiva di appartenenza. Il cambiamento è reale e significativo, ma si presenta come il risultato di influenze reciproche piuttosto che di un'unica causa, lasciando spazio per ulteriori studi futuri per quantificare con maggiore precisione i contributi specifici.

Bibliografia

- Trends in NBA and Euroleague basketball: Analysis and comparison of statistical data from 2000 to 2017 (2019).
- Bill James. *The Bill James Historical Baseball Abstract*. 1984.
- Dean Oliver. *Basketball on Paper*. 2004.
- Dean Oliver. *Introduction to Oliver's Four Factors*.
- Dean Oliver. *Dean Oliver's Four Factors Revisited*.
- McCullagh, P., & Nelder, J. A. *Generalized Linear Models*. 1972.
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. 2015.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. *Regression Analysis of Count Data*. 2013.
- Dobson, A. J., & Barnett, A. G. *An Introduction to Generalized Linear Models*. 2008.
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N. J., Saveliev, A. A., & Smith, G. M. *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology*. 2009.