

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/264254390>

# Durata dei periodi di voce e di pausa nel parlato continuo in diverse condizioni di riverberazione per professionisti e non professionisti della voce.

Conference Paper · June 2014

CITATION

1

READS

79

2 authors:



[Lorenzo Pavese](#)

Politecnico di Torino

13 PUBLICATIONS 111 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Giuseppina Emma Puglisi](#)

Politecnico di Torino

76 PUBLICATIONS 751 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Voice monitoring of primary school teachers [View project](#)



Io Ascolto [View project](#)

## **DURATA DEI PERIODI DI VOCE E DI PAUSA NEL PARLATO CONTINUO IN DIVERSE CONDIZIONI DI RIVERBERAZIONE PER PROFESSIONISTI E NON PROFESSIONISTI DELLA VOCE**

Lorenzo Pavese, Giuseppina Emma Puglisi

Politecnico di Torino, Dipartimento Energia, Torino

### **1. Introduzione**

L'utilizzo prolungato della voce in ambienti lavorativi dalle pessime caratteristiche acustiche potrebbe essere causa di disturbi all'apparato fonatorio, soprattutto per professionisti della voce come gli insegnanti, di ogni ordine e grado. Generalmente questi disturbi sono sottovalutati ma possono avere effetti di crescente gravità: da una lieve perturbazione della qualità della voce alla comparsa di disfunzioni vocali permanenti.

Per la stima di quanto possa essere dannoso l'utilizzo prolungato della voce in ambienti lavorativi si cerca di indagare oggettivamente lo sforzo vocale [1]. Lo *sforzo vocale* tiene conto dei cambiamenti nella produzione vocale generati dalla distanza dell'ascoltatore, dal rumore e dalle caratteristiche acustiche dell'ambiente, mentre il carico vocale è correlato alla produzione vocale in un determinato intervallo di tempo.

La correlazione tra la percezione qualitativa della voce ed i parametri vocali tra i quali il livello di pressione sonora ad una determinata distanza dalla bocca del parlatore (*SPL*), la frequenza fondamentale ( $F_0$ ) e il tempo percentuale di fonazione ( $Dt_{\%}$ ), così come la correlazione tra i parametri vocali e i parametri fisiologici propri del parlatore, sono argomenti di ricerca di interesse attuale [1-2].

Tra i parametri vocali, il  $Dt_{\%}$  è un indicatore essenziale per la valutazione del carico vocale, il cui significato non è tuttavia ancora ben definito. Oltre al carico vocale si è data poca importanza al tempo di recupero o, con un parallelismo, al tempo di "non carico" vocale [3].

Un contributo importante da questo punto di vista è stato dato da Titze *et al.* [3], il cui studio confronta le lunghezze dei periodi di pausa e di voce su 31 insegnanti monitorati per due settimane, durante gli intervalli lavorativi e non lavorativi. I ricercatori suppongono che lo sforzo vocale degli insegnanti sia attribuibile al fatto che la fonazione durante le lezioni sia essenzialmente un monologo, per cui i momenti di recupero siano molto brevi. Per la valutazione del tempo di recupero il  $Dt_{\%}$  sembra però non sufficiente. La *distribuzione* dei periodi di recupero messa a confronto con la distribuzione dei

tempi di fonazione (o periodi di voce), può essere un ottimo punto di partenza per una valutazione più precisa del carico vocale.

Una ricerca condotta da Kob *et al.* [4] ha analizzato la relazione tra l'acustica delle aule e i problemi vocali negli insegnanti, mostrando che alcuni aspetti di questi problemi possono essere migliorati con il restauro acustico delle aule. In Astolfi *et al.* [5] è stato dimostrato che le distribuzioni di pause e voce di insegnanti della scuola primaria, monitorate durante alcune giornate lavorative in aule dalle caratteristiche acustiche differenti, sono diverse a seconda del tempo di riverberazione dell'ambiente, ed in particolare si allungano i periodi di fonazione al crescere del tempo di riverberazione, con conseguente incremento della fatica vocale.

L'obiettivo di questa ricerca è stato quello di indagare il comportamento vocale di professionisti e non professionisti della voce e si è focalizzato sulla valutazione della durata dei periodi di voce e di pausa nel parlato continuo, in ambienti dalle caratteristiche acustiche molto diverse.

## 2. Descrizione dell'esperimento

Ogni parlatore ottimizza l'uso della voce al fine di farsi comprendere dal proprio interlocutore. La voce si modifica in relazione al tipo di interlocutore, al compito vocale, alla presenza di rumore, all'acustica dell'ambiente [6]. Inoltre esistono differenze sull'uso della voce in relazione al sesso e all'età del parlatore, per i professionisti della voce, i non madre lingua, i parlatori con problemi di udito.

L'esperimento condotto ha preso in considerazione 11 soggetti, divisi in professionisti e non professionisti della voce. Il campione di professionisti è composto da 5 docenti universitari madre lingua inglesi della London South Bank University, monitorati in tre diverse condizioni di riverberazione: camera anecoica, camera semi-riverberante e camera riverberante. Il campione di non professionisti della voce è composto da 6 soggetti madre lingua italiani monitorati all'interno delle camere semi-anecoica e riverberante dell'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM) di Torino. L'esperimento è descritto in maniera dettagliata ed approfondita da Puglisi e Pavese [7].

Lo sforzo vocale dei soggetti è stato indagato a partire dai monitoraggi condotti tramite l'uso di due dispositivi portatili: uno di tipo commerciale, l'*Ambulatory Phonation Monitor APM Model 3200®*, e uno recentemente sviluppato al Politecnico di Torino, il *Voice-Care®* [8]. I dispositivi sono costituiti da un microfono a contatto che aderisce alla fossetta del giugulo tramite un cerotto anallergico al fine di rilevare la vibrazione delle corde vocali indotte dalla fonazione, e da un data-logger per il salvataggio dei dati rilevati.

Ogni monitoraggio è durato 5 minuti, nei quali è stato chiesto a ciascun parlatore di esporre un discorso in modo da farsi comprendere da un ascoltatore seduto di fronte, a 6 metri di distanza. Sono stati tutti invitati a parlare di un argomento a loro ben noto, così da raggiungere l'obiettivo di "trasmettere una conoscenza" all'ascoltatore.

I dispositivi *APM Model 3200®* e *Voice-Care®* stimano, a seguito di una taratura di fronte ad un microfono di riferimento, l'*SPL* rispettivamente alla distanza di 15 cm e 16 cm dalla bocca del parlatore, il  $Dt_{\%}$  e la  $F_0$ , a partire dall'acquisizione di segmenti di segnale di lunghezza pari a 50 ms e 30 ms rispettivamente [7]. Tali intervalli temporali corrispondono approssimativamente ad una pausa intersillabica in un parlato normale. Il campione di dati preso in considerazione in questo lavoro è relativo a monitoraggi la cui taratura è stata considerata valida [7].

Per distinguere i periodi di pausa da quelli di voce, nel monitoraggio è stata applicata una soglia dell'*SPL* pari al livello di rumore di fondo definito arbitrariamente osser-

vando i campioni di segnale. Si precisa che alla London South Bank University è stato utilizzato esclusivamente il Voice-Care®, mentre per la parte di esperimento tenutasi all'INRiM di Torino sono stati utilizzati entrambi i dispositivi. Nella tabella 1 sono riassunti i dati principali del campione oggetto di studio, mentre nella tabella 2 sono state riportate le informazioni relative all'utilizzo dei due dispositivi, le caratteristiche geometriche delle camere e il tempo percentuale medio di fonazione dei monitoraggi.

Tabella 1 – Tabella riassuntiva delle caratteristiche del campione negli esperimenti di Londra e Torino

|                              |         | Londra, South Bank University |   | Torino, INRiM |   |
|------------------------------|---------|-------------------------------|---|---------------|---|
| Sesso                        |         | M                             | F | M             | F |
| Età                          | 20 – 30 |                               |   | 3             | 3 |
|                              | 31 – 40 |                               |   |               |   |
|                              | 41 – 70 | 4                             | 1 |               |   |
| N. soggetti                  |         | 4                             | 1 | 3             | 3 |
| N. professionisti della voce |         | 4                             | 1 | 0             | 0 |

Tabella 2 – Tabella riassuntiva delle caratteristiche acustiche e degli ambienti negli esperimenti di Londra e Torino

|                                     |  | Londra, South Bank University |                   |                | Torino, INRiM  |                |
|-------------------------------------|--|-------------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| Dispositivo                         |  | Voice-Care®                   |                   |                | Voice-Care     | APM®           |
| N. soggetti                         |  | 5                             |                   |                | 3              | 3              |
| Camera                              |  | Anecoica                      | Semi riverberante | Riverberante   | Semi anecoica  | Riverberante   |
| $Dt_{\%,m}$<br>(dev.st)             |  | 49,5<br>(3,3)                 | 50,2<br>(5,8)     | 49,0<br>(9,3)  | 68,3<br>(4,9)  | 70,7<br>(4,4)  |
| $T_{r,m}$ 0.5-2 kHz (s)<br>(dev.st) |  | 0,06<br>(ND)                  | 1,73<br>(0,03)    | 3,60<br>(0,16) | 0,11<br>(0,01) | 7,48<br>(1,65) |
| Volume (m <sup>3</sup> )            |  | 102                           | 203               | 203            | 384            | 294            |

### 3. Risultati

Dal momento che i dati acquisiti sono stati suddivisi in segmenti di lunghezza pari a 50 o 30 ms, i periodi di pausa e voce sono da considerarsi multipli di questi intervalli e vengono rappresentati mediante istogrammi su scala lineare. I risultati riportano le occorrenze medie globali normalizzate dei singoli monitoraggi, suddivisi in professionisti e non professionisti della voce, con l'indicazione della relativa deviazione standard per ogni barra. Con il termine *occorrenza* si intende il numero totale di eventi della stessa lunghezza all'interno dell'intero monitoraggio.

In figura 1 sono rappresentate le occorrenze medie normalizzate, con l'indicazione delle deviazioni standard, dei periodi di pausa e voce per i professionisti della voce nei tre tipi di camere della LSBU in cui essi sono stati monitorati mediante il dispositivo Voice Care®. I risultati mostrano che la distribuzione dei periodi di pausa non varia nelle diverse camere; in particolare, il maggior numero di occorrenze si ha per periodi della durata pari a 90 ms. Viceversa, il tipo di camera influenza la durata dei periodi di voce. Nel caso dei monitoraggi in camera anecoica (figura 1A), il maggior numero di occor-

renze si ha per tratti di lunghezza pari a 90 ms; tale valore aumenta con la riverberazione della camera: il picco di occorrenze è a 120 ms per la camera semi riverberante (figura 1B) e a 150 ms per la camera riverberante (figura 1C).

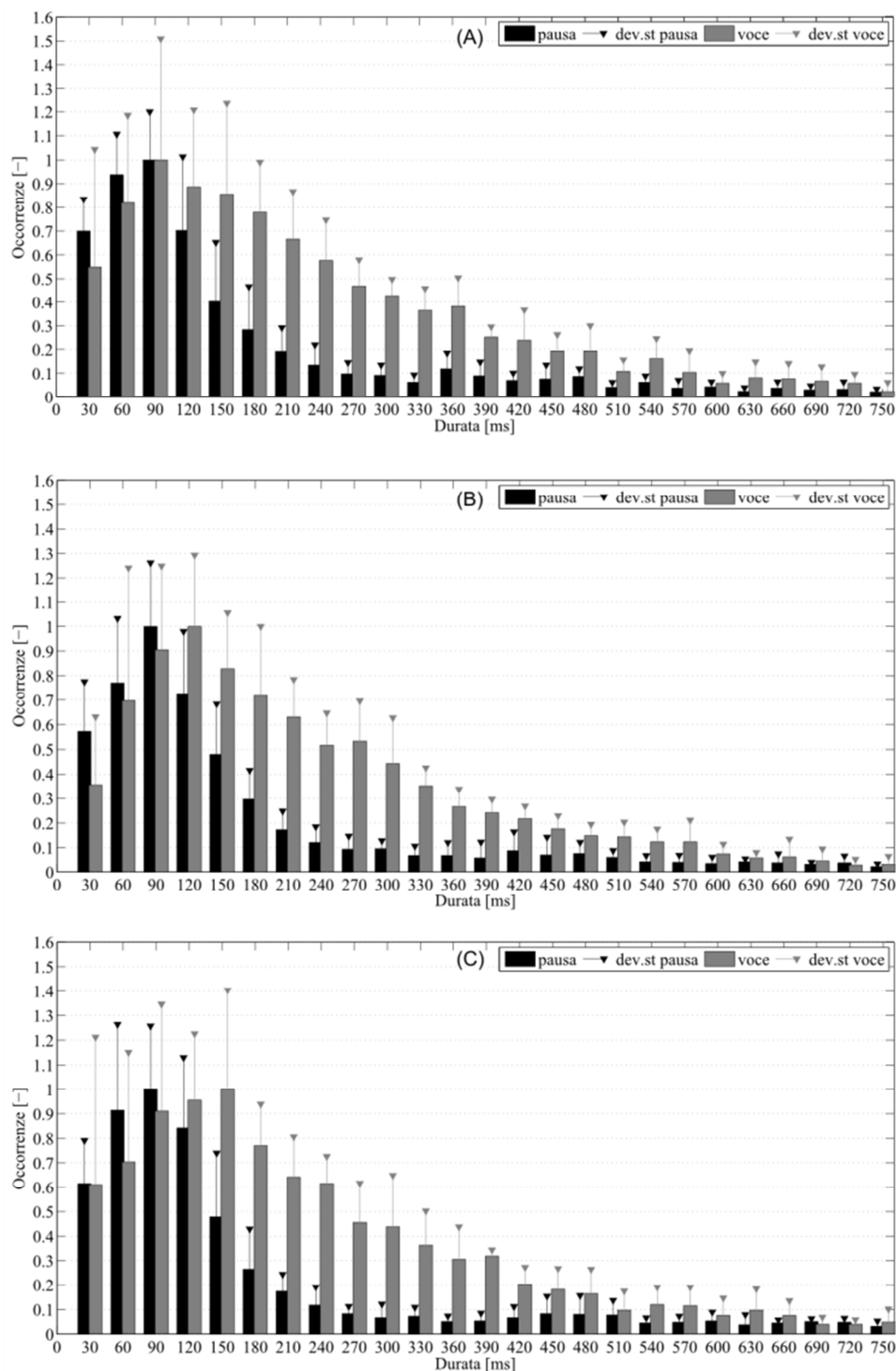


Figura 1 – Istogrammi delle occorrenze medie globali normalizzate dei periodi di pausa e voce relativi a 5 monitoraggi della durata di 5 minuti effettuati con il Voice-Care®, di professionisti della voce nella camera anecoica

(A), camera semi-riverberante (B) e camera riverberante (C), della London South Bank University.

In figura 2 si riportano le occorrenze medie normalizzate dei periodi di pausa e voce per i non professionisti della voce nelle due camere dell'INRiM di Torino, in cui essi sono stati monitorati mediante il Voice-Care®. In questo caso, per entrambe le camere, i picchi delle occorrenze medie si attestano a 60 ms per i tratti di pausa e a 90 ms per la voce.

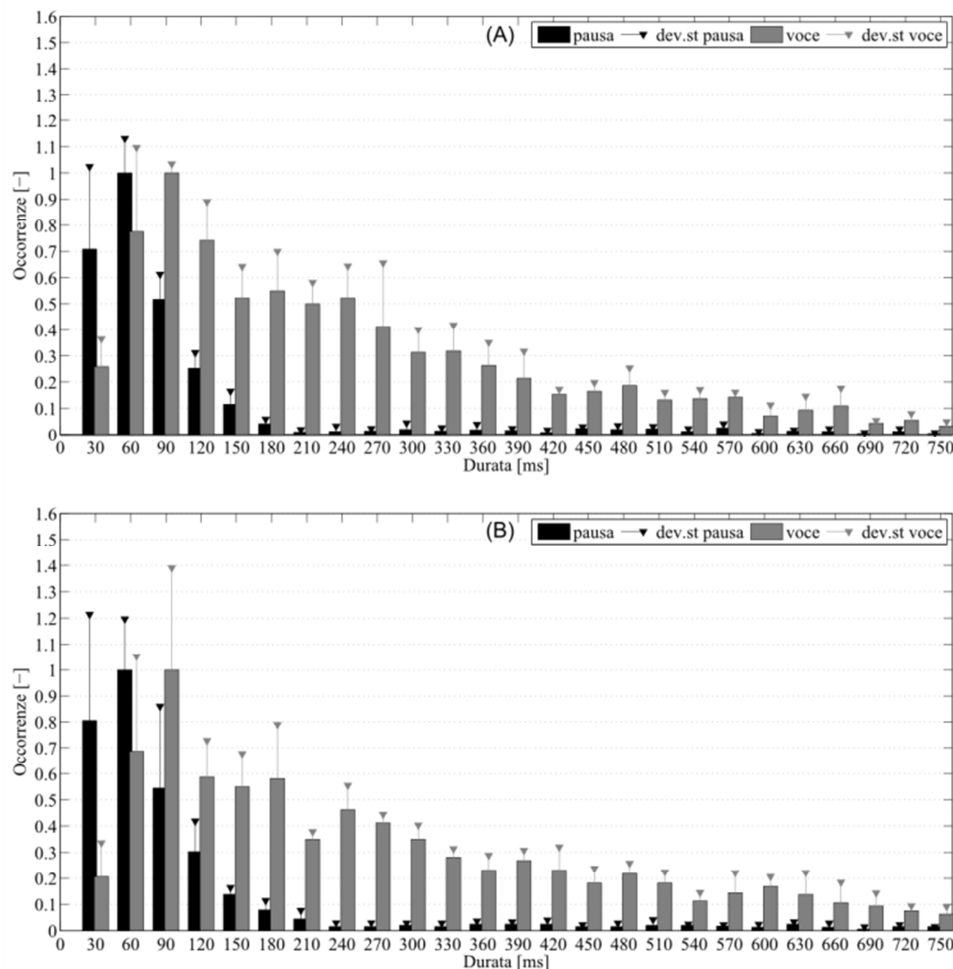


Figura 2 – Istogrammi delle occorrenze medie globali normalizzate dei periodi di pausa e voce relativi a 3 monitoraggi della durata di 5 minuti effettuati con il Voice-Care®, di non professionisti della voce nella camera anecoica (A) e nella camera riverberante (B) dell'INRiM di Torino

In figura 3 si riportano le occorrenze medie normalizzate dei periodi di pausa e voce per i non professionisti della voce nelle due camere dell'INRiM di Torino, in cui essi sono stati monitorati mediante il dispositivo APM Model 3200®. In questo caso, per entrambe le camere, i picchi delle occorrenze si attestano a 50 ms per i tratti di pausa e a 100 ms per la voce.

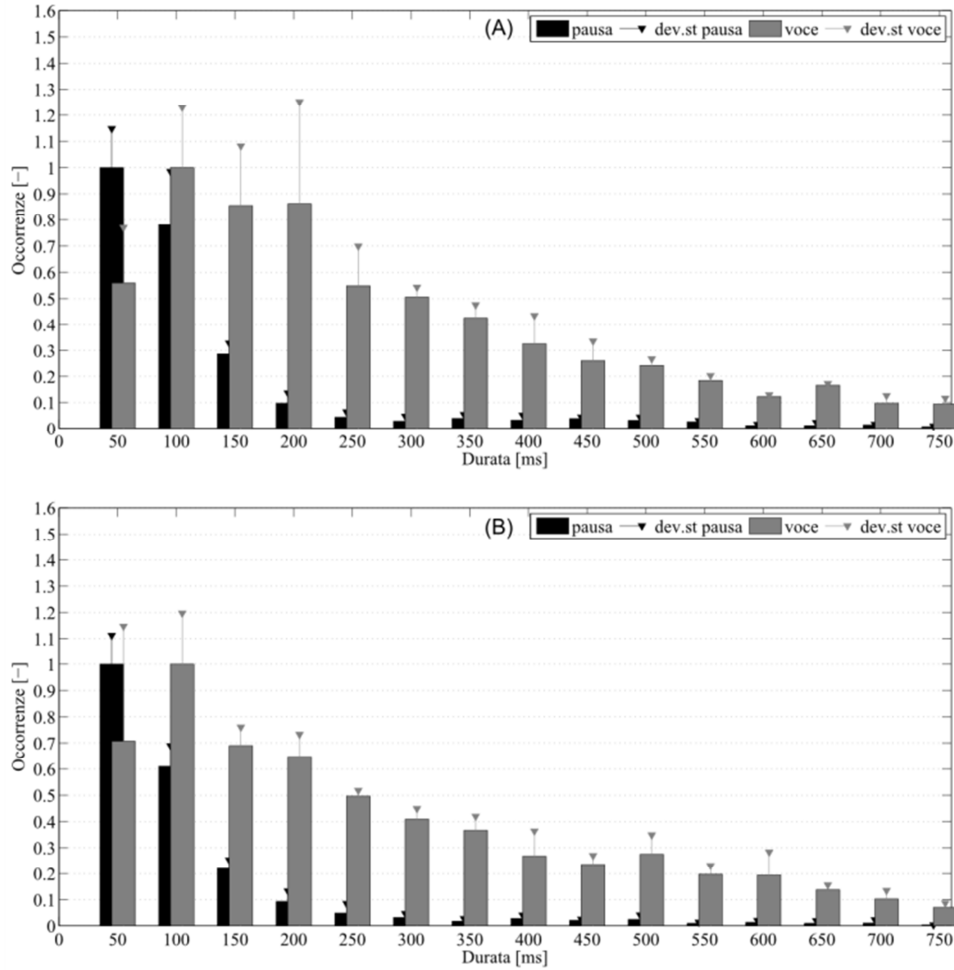


Figura 3 – Istogrammi delle occorrenze medie globali normalizzate dei periodi di pausa e voce relativi a 3 monitoraggi della durata di 5 minuti effettuati con l'APM Model 3200®, di non professionisti della voce nella camera anecoica (A) e nella camera riverberante (B) dell'INRiM di Torino

Le differenze riscontrate tra Voice-Care® e APM 3200® nelle lunghezze più occorrenti dei periodi di pausa e voce, sono imputabili esclusivamente alla differenza di lunghezza del periodo base dei due dispositivi, che è pari a 30 ms e 50 ms rispettivamente.

#### 4. Conclusioni

L'analisi delle distribuzioni delle occorrenze medie normalizzate dei periodi di fonazione per i due campioni di professionisti e non professionisti della voce presi in considerazione in questo studio, mostra la tendenza, dei primi, ad incrementare i periodi di fonazione con l'aumento del tempo di riverberazione dell'ambiente. Tale comportamento non è riscontrato, invece, nei non professionisti della voce. Anche se le differenze nella durata dei periodi di fonazione possono essere ricondotte a variabilità tra un soggetto ed un altro [9], la maggiore lunghezza della coda sonora potrebbe portare il parlatore "professionista" ad allungare i periodi di fonazione per migliorare l'intelligibilità del messaggio che deve trasmettere. I risultati ottenuti in questo studio confermano i risultati riportati da Astolfi *et al.* [5], che hanno riscontrato un incremento della lunghezza media più occorrente dei periodi di voce in 18 insegnanti che parlavano in aule maggiormente riverberanti rispetto a 24 insegnanti che esercitavano la loro attività didattica

in aule con tempi di riverberazione conformi ai requisiti acustici stabiliti per questi ambienti.

La maggiore lunghezza dei periodi di voce in ambienti riverberanti potrebbe essere correlata alla percezione di una maggior fatica vocale in tali ambienti [1].

Per ciò che riguarda i segmenti di pausa, invece, si nota tra i due campioni una differenza non trascurabile, dal momento che per i professionisti della voce il periodo più ricorrente è pari a 90 ms, mentre per i non professionisti è molto più corto, pari a 60 e 50 ms. Questo risultato influisce direttamente sul valore del tempo percentuale di fonazione che, come mostrato in tabella 2, è notevolmente superiore per il campione dei non professionisti. Tale superiorità è indice di un parlato molto veloce e probabilmente indipendente dalle caratteristiche acustiche dell'ambiente, ma dipendente invece dal modo di esporre un discorso nel caso di non professionista della voce. Infatti, il parlato di un insegnante potrebbe appartenere al "clear speech" che prevede un incremento della pause e un allungamento dei singoli segmenti di parlato [10].

## 5. Bibliografia

- [1] Bottalico P., Astolfi A., *Investigations into vocal doses and parameters pertaining to primary school teachers in classrooms*, Journal of Acoustical Society of America, **131** (2012), pp. 2817-2827.
- [2] Astolfi A., Bottalico P., Bronuzzi F., Accornero A., Garzaro M., Pecorari G., Nadalin J., Giordano C., *Vocal dosimetry on primary school teachers*, Rivista Italiana di Acustica, **36** (2010), pp. 43-50.
- [3] Titze I.R., Hunter E.J., Svec J.G., *Voicing and silence periods in daily and weekly vocalizations of teachers*, Journal of Acoustical Society of America, **121** (2007), pp. 469-478.
- [4] Kob M., Behler G., Kampröf A., *Experimental investigations of the influence of room acoustics on the teacher's voice*, Acoustical Science and Technology, **29** (2008), pp. 86-94.
- [5] Cooke M., King S., Garnier M., Aubanel V., *The listening talker: A review of human and algorithmic context-induced modifications of speech*, Computer Speech and Language **28** (2014), pp 543–571.
- [6] Astolfi A., Carullo A., Vallan A., Pavese L., *Influence of classroom acoustics on the vocal behavior of teachers*, in Proceedings of Meetings on Acoustics, Acoustical Society of America (USA), 21st International Congress on Acoustics, Montreal (CAN) 2-7 Giugno 2013, Vol. 19, 040123, pp. 1-9.
- [7] Puglisi G.E., Pavese L., *Parametri per la caratterizzazione dello sforzo vocale: l'influenza dell'acustica di due ambienti differenti sull'uso della voce*, in Atti del 41° Convegno Nazionale AIA, Pisa 17-19 Giugno 2014.
- [8] Carullo A., Vallan A., Astolfi A., *Design Issues for a Portable Vocal Analyzer*, in IEEE Transactions on instrumentation and measurement, vol. 62 n. 5 (2013), pp. 1084-1093.
- [9] Van Heerden C. J., Barnard, E., *Speaker-specific variability of Phoneme Durations*, South African Computer Journal, **40** (2008), pp. 44-50.
- [10] Picheny M. A., Durlach N. I., Braidà L.D., *Speaking clearly for the hard of hearing II: acoustic characteristics of clear and conversational speech*, J. Speech Hear. Res., **29** (1986), pp. 434-446.